

## BEST AVAILABLE COPY

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-212752

(43)Date of publication of application : 07.08.2001

(51)Int.Cl.

B24B 37/04  
H01L 21/304

(21)Application number : 2000-025373

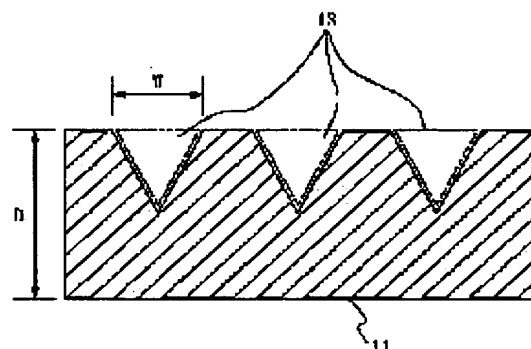
(71)Applicant : NIKON CORP

(22)Date of filing : 02.02.2000

(72)Inventor : CHIGA TATSUYA  
ISHIKAWA AKIRA**(54) POLISHING BODY, POLISHING DEVICE, SEMICONDUCTOR DEVICE MANUFACTURING METHOD AND SEMICONDUCTOR DEVICE****(57)Abstract:**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a polishing body less worn out from use and provided with a hardly changeable surface shape and an always stable polishing characteristic by solving problems in a conventional polishing body such that a stable polishing characteristic cannot be provided for a long time because a groove structure in the polishing body is changed in the course of use and elasticity is changed as a result.

**SOLUTION:** The polishing body is provided with a groove formed on the surface and provided with a width  $W$  of  $0.1 \text{ mm} \leq W \leq 2.0 \text{ mm}$  on the surface. In the polishing body, a volume ratio  $VL$  of the area for forming the groove to the volume of the polishing body including the groove formation area is  $0.1\% \leq VL \leq 30\%$ , while a ratio of a porous area based on foaming is 20% or less to the volume of the polishing body excluding the groove formation area.

**LEGAL STATUS**

[Date of request for examination] 07.11.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 24.09.2003

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

## \* NOTICES \*

**JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**CLAIMS**


---

[Claim(s)]

[Claim 1] In the condition of having made the abrasive material intervening between a polish object and a polish object, by making said polish object and said polish object displaced relatively In the polish object used for the polish equipment which grinds said polish object, it has the slot currently formed in the front face. The width of face W in said front face of said slot The rate VL of the volume of a field to the volume of the polish object which is  $0.1\text{ mm} \leq W \leq 2.0\text{ mm}$  and includes the field in which said slot is formed that said slot is formed The polish object characterized by being formed to the volume of the polish object which is  $0.1\% \leq VL \leq 30\%$  and does not include the field in which said slot is formed with the ingredient whose hole field by foaming is 20% or less.

[Claim 2] Thickness D is a polish object according to claim 1 characterized by being  $0.5\text{ mm} \leq D \leq 5.0\text{ mm}$ .

[Claim 3] Said depth of flute is a polish object according to claim 1 or 2 characterized by being 3 or less times of the width of face W of said slot.

[Claim 4] The configuration of said slot over a front face is a polish object given in either of claim 1 to claims 3 characterized by being the shape of the shape of the shape of a swirl, concentric circular, and a grid, and a triangular grid, and a stitch, a random configuration, or a configuration including two or more kinds in these.

[Claim 5] The cross-section configuration of said slot is a polish object given in either of claim 1 to claims 4 characterized by being the configuration which has curvature, a rectangle, V typeface, or a polygon.

[Claim 6] The compressibility K of said ingredient is a polish object given in either of claim 1 to claims 5 characterized by being  $0.1\text{ GPa} \leq K \leq 2.0\text{ GPa}$ .

[Claim 7] The principal component of said ingredient is a polish object given in either of claim 1 to claims 6 characterized by being an epoxy resin, acrylic resin, or non-foamed urethane resin.

[Claim 8] The slot which the slot which supplies and discharges said abrasive material is further formed in the front face, and supplies and discharges this abrasive material is a polish object given in either of claims 1-7 characterized by being said a part of slot, or being the slot currently formed apart from said slot.

[Claim 9] A polish object given in either of claims 1-8 characterized by having a transparency field at least in a part.

[Claim 10] In the condition of having made the abrasive material intervening between a polish object and a polish object, by making said polish object and said polish object displaced relatively In the polish equipment which grinds said polish object, it has the slot currently formed in the front face of said polish object. The width of face W in said front face of said slot The rate VL of the volume of a field to the volume of the polish object which is  $0.1\text{ mm} \leq W \leq 2.0\text{ mm}$  and includes the field in which said slot is formed that said slot is formed Polish equipment characterized by being formed to the volume of the polish object which is  $0.1\% \leq VL \leq 30\%$  and does not include the field in which said slot is formed with the ingredient whose hole field by foaming is 20% or less.

[Claim 11] Thickness D of said polish object is polish equipment according to claim 10 characterized by being  $0.5\text{ mm} \leq D \leq 5.0\text{ mm}$ .

[Claim 12] Said depth of flute is polish equipment according to claim 10 or 11 characterized by being 3 or less times of the width of face W of said slot.

[Claim 13] The configuration of said slot over the front face of said polish object is polish equipment given in either of claim 10 to claims 12 characterized by being the shape of the shape of the shape of a swirl, concentric circular, and a grid, and a triangular grid, and a stitch, a random configuration, or a configuration including two or more kinds in these.

[Claim 14] The cross-section configuration of said slot is polish equipment given in either of claim 10 to

claims 13 characterized by being the configuration which has curvature, a rectangle, V typeface, or a polygon.

[Claim 15] The compressibility  $K$  of the ingredient of said polish object is polish equipment given in either of claim 10 to claims 14 characterized by being  $0.1 \text{ GPa} \leq K \leq 2.0 \text{ GPa}$ .

[Claim 16] The principal component of the ingredient of said polish object is polish equipment given in either of claim 10 to claims 15 characterized by being an epoxy resin, acrylic resin, or non-foamed urethane resin.

[Claim 17] The slot which the slot which supplies and discharges said abrasive material is further formed in the front face of said polish object, and supplies and discharges this abrasive material is polish equipment given in either of claims 10-16 characterized by being said a part of slot, or being the slot currently formed apart from said slot.

[Claim 18] Polish equipment given in either of claims 10-17 characterized by having a transparence field on said some of polish objects [ at least ].

[Claim 19] The semiconductor device manufacture approach characterized by having the process which carries out flattening of the front face of a semi-conductor silicon wafer to either of claims 10-18 using the polish equipment of a publication.

[Claim 20] The semiconductor device characterized by being manufactured by the semiconductor device manufacture approach according to claim 19.

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

**JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**DETAILED DESCRIPTION**

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the polish object used for suitable polish equipment to use for flattening polish of the semiconductor device carried out in the process which manufactures semiconductor devices, such as ULSI, and this polish equipment, the semiconductor device manufacture approach, and a semiconductor device.

[0002]

[Description of the Prior Art] With high integration of a semiconductor integrated circuit, and detailed-izing, the process of a semi-conductor manufacture process increases and is becoming complicated. The front face of a semiconductor device is becoming necessarily flat [ in connection with this ] less. Existence of the level difference in the front face of a semiconductor device causes the stage piece of wiring, increase of local resistance, etc., and brings about an open circuit and the fall of electric capacity. Moreover, in an insulator layer, it leads also to withstand voltage degradation or generating of leak.

[0003] On the other hand, the light source wavelength of the semi-conductor aligner used for optical lithography becomes short with high integration of a semiconductor integrated circuit, and detailed-izing, and the numerical aperture of the projection lens of a semi-conductor aligner and the so-called NA are becoming large. Thereby, the depth of focus of the projection lens of a semi-conductor aligner is becoming shallow substantially. In order to respond to the depth of focus becoming shallow, flattening of the front face of a semiconductor device is demanded more than former.

[0004] If shown concretely, a flattening technique as shown in drawing 8 (a) and (b) in a semi-conductor process will become indispensable. The semiconductor device 24, the interlayer insulation film 22 which consists of SiO<sub>2</sub>, and the metal membrane 23 which consists of aluminum are formed on the silicon wafer 21. Drawing 8 (a) is an example which carries out flattening of the interlayer insulation film 22 of the front face of a semiconductor device. Drawing 8 (b) is an example which grinds the metal membrane 23 of the front face of a semiconductor device, and forms the so-called DAMASHIN (damascene). As an approach of carrying out flattening of such a semiconductor device front face, the chemical mechanical polish (CMP is called in Chemical Mechanical Polishing or Chemical Mechanical Planarization, and the following) technique is performed widely. Current and a CMP technique are the only approaches of carrying out flattening of the whole surface of a silicon wafer.

[0005] CMP is developed based on the mirror-polishing method of a silicon wafer, and is performed using CMP equipment as shown in drawing 9 . As for the silicon wafer a polish object attaching part (a polish head is called hereafter) and whose 133 131 is polish objects as for a polish member and 132, and 134, in drawing 9 , an abrasive material feed zone and 135 are abrasive materials. The polish member 131 sticks the polish object 137 on a turn table 136.

[0006] The polish object 133 is held by the polish head 132, it is rocked, making it rotate, and is pushed against the polish object 137 of the polish member 131 by the predetermined pressure. The polish member 131 is also rotated and relative motion is made to perform between the polish objects 133. In this condition, an abrasive material 135 is supplied on the polish object 137 from the abrasive material feed zone 134, and an abrasive material 135 is diffused on the polish object 137, enters between the polish object 137 and the polish object 133 in connection with the relative motion of the polish member 131 and the polish object 133, and grinds the polished surface of the polish object 133. That is, the mechanical polish by the relative motion of the polish member 131 and the polish object 133 and a chemical operation of an abrasive material 135 act in multiplication, and good polish is performed.

[0007] There are a polish object which consists of a non-foamed ingredient as a polish object used for

current and CMP, a polish object which uses foaming polyurethane as a principal component, and a polish object of the shape of bonded abrasive which made resin contain a polish abrasive grain.

[0008] Most generally in these, the polish object which uses foaming polyurethane as a principal component is used. This polish object is excellent in the maintenance capacity of the abrasive material in the front face of a polish object. However, if this polish object is used continuously, the abrasive grain of an abrasive material will carry out blinding to the hole of the foaming part of the front face of a polish object, and big fluctuation of a polish rate will arise. Therefore, the activity of the "dressing" cutting off the front face of a polish object is done, and it is necessary to make it the surface state of a polish object always become the same conditions with the grinding stone which electrodeposited the diamond before polish and during polish.

[0009] Moreover, about the polish object of the shape of bonded abrasive which made resin contain a polish abrasive grain as well as the polish object of the above-mentioned foam, in order to prepare the blinding of an abrasive grain, and the condition of a polish abrasive grain to the hole of a foaming part, a dressing is required.

[0010] About the ground silicon wafer (polish object), the polish property of homogeneity and surface smoothness is very important.

[0011] Homogeneity evaluates whether in all silicon wafer fields, polish is carried out to homogeneity. Generally the following formulas are used for this evaluation.

[0012] homogeneous (%) =  $(RA - RI) / (RA + RI) \times 100$  -- here, the amount of the maximum polishes in the amount profile of polishes which RA measured, and RI are the amounts of the minimum polishes in the measured amount profile of polishes. The smaller thing of a property is [ the homogeneous value acquired from an upper type ] better. That is, I hear that what has the fewer difference of the amount of the maximum polishes and the amount of the minimum polishes is higher as for the homogeneity of the polish in the whole silicon wafer surface, and it has it.

[0013] Moreover, about surface smoothness, the magnitude of a residual level difference when grinding an irregular pattern is evaluated. That is, it is shown whether with a silicon wafer with a pattern with a level difference, the residual level difference after polish decreases by heights [ in / only in which / a silicon wafer with a pattern ] being alternatively ground by polish.

[0014] Homogeneity and both the polishes property of surface smoothness receive very big effect in the elastic modulus of a polish object. A polish object is divided into an elasticity polish object with a small elastic modulus, and a hard polish object with a large elastic modulus by the magnitude of an elastic modulus.

[0015] In the case of an elasticity polish object, when a pressure is put on a silicon wafer, the front face of adhesion of a polish object is very high to the camber of a silicon wafer, and homogeneity becomes very good over the whole surface of a silicon wafer. However, since polish advances while the polish object imitated the irregularity on a silicon wafer and the level difference had remained according to deformation of a polish object about the silicon wafer which has a concavo-convex pattern, surface smoothness worsens.

[0016] On the other hand, when it is a hard polish object with a large elastic modulus, about the silicon wafer which has a concavo-convex pattern, since deformation of a polish object is small, sequential polish will be carried out from the heights of the concavo-convex patterns, and surface smoothness is good.

However, in order that the camber of a silicon wafer and the pressure distribution at the time of pressurization may be direct effective against polish, homogeneity worsens.

[0017] However, also when the same ingredient is used for a polish object, the structural factor of polish objects, such as thickness of a polish object, width of face of the slot of the front face of a polish object, and the depth, influences greatly as change of the elasticity on appearance. That is, the elastic deformation of a polish object becomes large and becomes elasticity seemingly, so that the thickness of a polish object is thick. On the other hand, in the case of a thin polish object, since deformation is small, it becomes hard seemingly. Moreover, also about slot structure, the depth of flute is deep, and what has the narrow width of face for heights between slots has large deformation of the front face at the time of adding a load, and it becomes elasticity seemingly. On the other hand, the depth of flute is shallow, and what has the large width of face for heights between slots has the small deformation at the time of adding a load, and it becomes hard seemingly.

[0018] Above, the thickness of a polish object and slot structure were explained from a viewpoint of elasticity. In addition, adequate supply of an abrasive material is mentioned as a role with an important slot. About the slot structure which supplies this abrasive material adequately, the slot pattern of configurations various by current is exhibited. If supply of the abrasive material by these slots is not enough, since the

abrasive material to the polished surface of a polish object will become inadequate and the chemical reaction and mechanical polish at the time of polish will not fully be performed, it leads to the fall of a polish rate. Moreover, the temperature condition by friction with the polished surface of a polish object and a polish object also becomes uneven, and homogeneity is remarkably inferior in it, and it leads to generating of the scratch in the front face of a polish object, the polish head at the time of polish, vibration of a turn table, etc. further.

[0019] The polish equipment which performs CMP has a variety of equipments based on each concept and the special feature. For example, in order to raise the thing which grinds by high-speed rotation with a polish object smaller than a silicon wafer in order to make small the thing and equipment size which grind the silicon wafer of two or more sheets to coincidence with one polish object in order to raise a throughput, and homogeneity, it is what improved especially the polish head part. The versatility of such polish equipment and the optimal slot structure over supply of the stable abrasive material have a relation unseparable even if it cuts, and it is greatly dependent on the equipment about the stable supply to the polished surface of an abrasive material.

[0020] As compared with other optical polishes and metal wrapping, polish floor to floor time of CMP is very short from the problem of a throughput. That is, polish is performed on the conditions that the rotation at the time of polish, pressurization, etc. are very large. Therefore, polish is performed under conditions with difficult maintenance of the abrasive material in the front face of a polish object.

[0021] About the slot structure made the optimal, although the dependency by above equipment is mentioned, it becomes important how it grinds fundamentally, holding an abrasive material on the front face of a polish object.

[0022]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, with the polish object which uses conventional foaming polyurethane as a principal component, and the polish object of the shape of bonded abrasive which made resin contain a polish abrasive grain, the front face of a polish object is shaved off with a dressing, and thickness becomes thin gradually. For this reason, since thickness changes when a polish object is seen as one elastic body, it becomes the polish object which changes elastic deformation continuously with change of thickness, and there is a problem of making homogeneity and surface smoothness producing big fluctuation as it is used. Furthermore, the thickness of the polish object mentioned above with the dressing not only changes, but slot structures, such as the depth of flute of the front face of a polish object, will change. For this reason, there are thickness of a polish object and a problem that a polish property is uncontrollable with slot structure.

[0023] It aims at offering the polish equipment using the polish object and it which have an always stable polish property by being made in order that this invention may solve the above-mentioned problem, and offering a polish object with a small surface type-like change that there is very little wear by use of a polish object.

[0024] Moreover, it aims at offering the polish equipment using the polish object and it by which the homogeneity of a polish object, surface smoothness, and the polish property of a polish rate were controlled.

[0025]

[Means for Solving the Problem] comparatively, by [ of the hole field by foaming of a polish object ] specifying slot structure and thickness, compared with the polish object currently used from the former, this invention person found out demonstrating the polish property which was markedly alike and was excellent, and resulted in this invention in view of the above-mentioned problem.

[0026] In order to solve the above-mentioned technical problem, namely, the polish object concerning this invention In the condition of having made the abrasive material intervening between a polish object and a polish object, by making said polish object and said polish object displaced relatively In the polish object used for the polish equipment which grinds said polish object, it has the slot currently formed in the front face. The width of face W in said front face of said slot The rate VL of the volume of a field to the volume of the polish object which is  $0.1 \text{ mm} \leq W \leq 2.0 \text{ mm}$  and includes the field in which said slot is formed that said slot is formed It is formed to the volume of the polish object which is  $0.1\% \leq VL \leq 30\%$  and does not include the field in which said slot is formed with the ingredient whose hole field by foaming is 20% or less (claim 1).

[0027] According to the above-mentioned polish object, since the ingredient of a polish object is a non-foamed type or a low foaming type, there is very little wear by use of a polish object, and further, since the time amount which needlessness or a dressing takes to a dressing is short, and ends and there is no change of

the slot structure by wear, an always stable polish property can be acquired. By these, since the exchange frequency of a polish object falls, the costs which polish takes can be reduced. Furthermore, the homogeneity, the surface smoothness, and the polish rate in a polish property can be controlled according to the slot structure (a flute width  $W$ , the volume rate  $VL$ ) currently formed in the front face, and slot structure can be chosen so that a suitable polish property may be acquired. Since the yield of polish improves or the time amount which polish takes is shortened by these, the costs which polish takes can be reduced.

[0028] Moreover, it is desirable that thickness  $D$  is  $0.5\text{ mm} \leq D \leq 5.0\text{ mm}$  (claim 2). Thereby, the homogeneity, the surface smoothness, and the polish rate in a polish property can be controlled by thickness  $D$  of a polish object, and thickness can be chosen so that a suitable polish property may be acquired. Therefore, since the yield of polish improves or the time amount which polish takes is shortened, the costs which polish takes can be reduced.

[0029] Moreover, it is desirable that said depth of flute is 3 or less times of the width of face  $W$  of said slot (claim 3). Thereby, the polished surface of a polish object is not made to generate a blemish. Therefore, the yield of polish can improve and the costs which polish takes can be reduced.

[0030] Moreover, it is desirable that the configuration of said slot over a front face is the shape of the shape of a swirl, concentric circular, and a grid and a triangular grid and a stitch, a random configuration, or a configuration including two or more kinds in these (claim 4). Thereby, since the maintenance capacity of the abrasive material in the front face of a polish object is high, a polish rate improves and homogeneity also improves. Therefore, since the yield of polish improves or the time amount which polish takes is shortened, the costs which polish takes can be reduced.

[0031] Moreover, it is desirable that the cross-section configuration of said slot is the configuration which has curvature, a rectangle, V typeface, or a polygon (claim 5). Thereby, the polished surface of a polish object is not made to generate a blemish. Therefore, the yield of polish can improve and the costs which polish takes can be reduced.

[0032] Moreover, it is desirable that the compressibility  $K$  of said ingredient is  $0.1\text{ GPa} \leq K \leq 2.0\text{ GPa}$  (claim 6). To the polish object currently formed by this with the ingredient whose compressibility  $K$  of an ingredient is  $0.1\text{ GPa} \leq K \leq 2.0\text{ GPa}$ , the yield of polish can improve and the costs which polish takes can be reduced.

[0033] Moreover, it is desirable that the principal component of said ingredient is an epoxy resin, acrylic resin, or non-foamed urethane resin (claim 7). Thereby, since there is little wear of the polish object by polish, the life of a polish object improves. Therefore, since the exchange frequency of a polish object falls, the costs which polish takes can be reduced.

[0034] Moreover, it is desirable that the slot which the slot which supplies and discharges said abrasive material is further formed in the front face, and supplies and discharges this abrasive material is said a part of slot, or it is the slot currently formed apart from said slot (claim 8). Thereby, since an abrasive material is supplied to the whole polished surface of a polish object at homogeneity, homogeneity does not worsen or degradation of the polish property by friction becoming large does not arise. Therefore, the yield of polish can improve and the costs which polish takes can be reduced.

[0035] Moreover, it is desirable to have a transparence field at least in a part (claim 9). Thereby, spot detection (inch-situ detection) of the polish condition of the polished surface of a polish object can be carried out in the middle of a polish process with the equipment which observes a polish condition through opening currently formed in the turn table, and the transparence field of a polish object. Therefore, since the terminal point of polish is detectable in a polish process, the yield of polish can improve, and the costs which polish takes can be reduced.

[0036] In order to solve the above-mentioned technical problem, furthermore, the polish equipment concerning this invention In the condition of having made the abrasive material intervening between a polish object and a polish object, by making said polish object and said polish object displaced relatively In the polish equipment which grinds said polish object, it has the slot currently formed in the front face of said polish object. The width of face  $W$  in said front face of said slot The rate  $VL$  of the volume of a field to the volume of the polish object which is  $0.1\text{ mm} \leq W \leq 2.0\text{ mm}$  and includes the field in which said slot is formed that said slot is formed It is formed to the volume of the polish object which is  $0.1\% \leq VL \leq 30\%$  and does not include the field in which said slot is formed with the ingredient whose hole field by foaming is 20% or less (claim 10).

[0037] According to the above-mentioned polish equipment, since the ingredient of a polish object is a non-foamed type or a low foaming type, there is very little wear by use of a polish object, and further, since the time amount which needlessness or a dressing takes to a dressing is short, and ends and there is no change of

the slot structure by wear, an always stable polish property can be acquired. By these, since the exchange frequency of a polish object falls, the costs which polish takes can be reduced. Furthermore, the homogeneity, the surface smoothness, and the polish rate in a polish property can be controlled according to the slot structure (a flute width W, the volume rate VL) currently formed in the front face, and slot structure can be chosen so that a suitable polish property may be acquired. Since the yield of polish improves or the time amount which polish takes is shortened by these, the costs which polish takes can be reduced.

[0038] Moreover, it is desirable that thickness D of said polish object is  $0.5\text{ mm} \leq D \leq 5.0\text{ mm}$  (claim 11). Thereby, the homogeneity, the surface smoothness, and the polish rate in a polish property can be controlled by thickness D of a polish object, and thickness can be chosen so that a suitable polish property may be acquired. Therefore, since the yield of polish improves or the time amount which polish takes is shortened, the costs which polish takes can be reduced.

[0039] Moreover, it is desirable that said depth of flute is 3 or less times of the width of face W of said slot (claim 12). Thereby, since the polished surface of a polish object is not made to generate a blemish, the yield of polish can improve and the costs which polish takes can be reduced.

[0040] Moreover, it is desirable that the configuration of said slot over the front face of said polish object is the shape of the shape of the shape of a swirl, concentric circular, and a grid and a triangular grid and a stitch, a random configuration, or a configuration including two or more kinds in these (claim 13). Thereby, since the maintenance capacity of the abrasive material in the front face of a polish object is high, a polish rate improves and homogeneity also improves. Therefore, since the yield of polish improves or the time amount which polish takes is shortened, the costs which polish takes can be reduced.

[0041] Moreover, it is desirable that the cross-section configuration of said slot is the configuration which has curvature, a rectangle, V typeface, or a polygon (claim 14). Thereby, the polished surface of a polish object is not made to generate a blemish. Therefore, the yield of polish can improve and the costs which polish takes can be reduced.

[0042] Moreover, it is desirable that the compressibility K of the ingredient of said polish object is  $0.1\text{ GPa} \leq K \leq 2.0\text{ GPa}$  (claim 15). To the polish object currently formed by this with the ingredient whose compressibility K of an ingredient is  $0.1\text{ GPa} \leq K \leq 2.0\text{ GPa}$ , the yield of polish can improve and the costs which polish takes can be reduced.

[0043] Moreover, it is desirable that the principal component of the ingredient of said polish object is an epoxy resin, acrylic resin, or non-foamed urethane resin (claim 16). Thereby, since there is little wear of the polish object by polish, the life of a polish object improves. Therefore, since the exchange frequency of a polish object falls, the costs which polish takes can be reduced.

[0044] Moreover, it is desirable that the slot which the slot which supplies and discharges said abrasive material is further formed in the front face of said polish object, and supplies and discharges this abrasive material is said a part of slot, or it is the slot currently formed apart from said slot (claim 17). Thereby, since an abrasive material is supplied to the whole polished surface of a polish object at homogeneity, homogeneity does not worsen or degradation of the polish property by friction becoming large does not arise. Therefore, the yield of polish can improve and the costs which polish takes can be reduced.

[0045] Moreover, it is desirable to have a transparence field on said some of polish objects [ at least ] (claim 18). Thereby, spot detection (inch-situ detection) of the polish condition of the polished surface of a polish object can be carried out in the middle of a polish process with the equipment which observes a polish condition through opening currently formed in the turn table, and the transparence field of a polish object. Therefore, since the terminal point of polish is detectable in a polish process, the yield of polish can improve, and the costs which polish takes can be reduced.

[0046] Furthermore, the semiconductor device manufacture approach concerning this invention has the process which carries out flattening of the front face of a semi-conductor silicon wafer using the polish equipment concerning this invention (claim 19).

[0047] Since the polish equipment applied to this invention in the process which carries out flattening of the front face of a semi-conductor silicon wafer is used according to the above-mentioned semiconductor device manufacture approach, the yield in the process which carries out flattening of the front face of a semi-conductor silicon wafer by it being lost that the detection precision of the polish terminal point in the process which carries out flattening of the front face of a semi-conductor silicon wafer, or the accuracy of measurement of thickness falls etc. improves. Thereby, compared with the conventional semiconductor device manufacture approach, a semiconductor device can be manufactured by low cost.

[0048] Furthermore, the semiconductor device concerning this invention is manufactured by the semiconductor device manufacture approach concerning this invention (claim 20).



[0049] Since it is manufactured by the semiconductor device manufacture approach concerning this invention according to the above-mentioned semiconductor device, compared with the conventional semiconductor device manufacture approach, a semiconductor device can be manufactured by low cost, and the manufacturing cost of a semiconductor device can be reduced.

[0050]

[Embodiment of the Invention] The gestalt of operation of this invention is explained with reference to drawing.

[0051] First, the polish equipment by the polish object by the gestalt of operation of the 1st of this invention and the gestalt of the 2nd operation is explained. Drawing 1 is some sectional views of the polish object by the gestalt of operation of the 1st of this invention. Drawing 2 is the outline block diagram of the polish equipment by the gestalt of operation of the 2nd of this invention.

[0052] The polish object 11 is formed to the volume of the polish object which does not include the field 13 in which the slot is formed with the ingredient whose hole field by foaming is 20% or less. Although the polish object whose hole field by said foaming is 0% is called the polish object of a non-foamed type and the hole field by said foaming is over 0%, comparatively little polish object is called the low foaming type polish object. Such a polish object a non-foamed type and low foaming type itself has the low maintenance capacity of an abrasive material compared with a foaming type polish object (polish object with comparatively many hole fields by said foaming). Therefore, the slot 13 of V typeface is formed in the front face of the polish object 11 for the cross-section configuration.

[0053] The polish equipment by the gestalt of the 2nd operation consists of a polish member 31, a polish object attaching part 32 (a polish head is called hereafter), and an abrasive material feed zone 34. And the silicon wafer 33 which is a polish object is attached in the polish head 32, and the abrasive material feed zone 34 supplies an abrasive material (slurry) 35 to it. The polish member 31 installs the polish object 11 by the gestalt of the 1st operation mentioned above on the turn table 36, and the polish object 11 is stuck on the turn table 36 by the double-sided tape or adhesives.

[0054] It is held by the polish head 32, and it is made to rock, making it rotate, and silicon wafers 33 are \*\*\*\* with push at a pressure predetermined to the polish object 11 of the polish member 31. The polish member 31 is also rotated and relative motion is made to perform between silicon wafers 33. In this condition, an abrasive material 35 is supplied on the polish object 11 from the abrasive material feed zone 34, diffuses an abrasive material 35 on the polish object 11, enters between the polish object 11 and a silicon wafer 33 in connection with the relative motion of the polish member 31 and a silicon wafer 33, and grinds the polished surface of a silicon wafer 33. That is, the polish member 31, the mechanical polish by the relative motion of a silicon wafer 33, and a chemical operation of an abrasive material 35 act in multiplication, and good polish is performed.

[0055] Drawing 3 is some sectional views of the polish object in the condition that the load was added with the polish object. The cross-section configuration of the slot currently formed in the front face of the polish object 41 in drawing 3 is a rectangle. Drawing 3 (a) is in the condition that the load is not added with the polish object 42, and drawing 3 (b) is in the condition that the load is added with the polish object 42. In the polish object with which the slot is formed in the front face, if a load is added, elastic deformation will be carried out in the whole polish object. However, when the field 43 from the front face of the polish object 41 to the bottom of a slot and close [ of the slot equivalent to the lower layer ] are divided into the bulk field 44 of the polish object which is not, as shown in drawing 3 (b), elastic deformation is greatly generated in the field 43 in which the slot where the load per unit area is large is formed. This deformation is large, when the width of face for heights between slots is narrow, or when a slot is deep. Moreover, when the width of face for heights between slots is conversely wide, or when a slot is shallow, deformation of the slot field 43 is small. A polish property changes with the size of the deformation of the field 43 in which this slot is formed a lot. That is, if deformation is large, the homogeneous improvement which is the description of an elastic polish object will be brought about, and if deformation is small at one side, improvement in the surface smoothness which is the description of a hard polish object will be brought about.

[0056] It is difficult to form a slot, while the width of face W of the slot 13 in the front face of a polish object had maintained the precision of the dimension of a slot when manufacturing this polish object, in being narrower than 0.1mm. Furthermore, an abrasive material may fix inside a slot 13 difficultly, and a blemish may also generate cleaning of the abrasive material included in the interior of a slot 13 in the polished surface of the silicon wafer at the time of polish with the waste. Since the heat generated by the contact resistance of a polish object and a polish object when the area to which the width of face W of the slot 13 in the front face of a polish object contacts a polish object through an abrasive material in being

larger than 2.0mm decreases on the other hand decreases, the chemical element of CMP is not effective and a polish rate falls remarkably. For this reason, as for the width of face W in the front face of the polish object of a slot 13, it is desirable that it is  $0.1\text{ mm} \leq W \leq 2.0\text{ mm}$ .

[0057] Moreover, since the maintenance capacity of the polish liquid in the front face of the polish object 11 declines when the rate VL of the volume of a field to the volume of the polish object 11 including the field in which the slot 13 is formed that the slot 13 is formed is smaller than 0.1%, a polish rate falls remarkably by this, or homogeneity worsens. Furthermore, the deformation of a polish object becomes small and homogeneity worsens. On the other hand, since the deformation of a polish object becomes large when said rate VL exceeds 30%, surface smoothness worsens. Therefore, as for said rate VL, it is desirable that it is  $0.1\% \leq VL \leq 30\%$ .

[0058] Thus, since the ingredient of a polish object is a non-foamed type or a low foaming type, there is very little wear by use of a polish object, and since the time amount which needlessness or a dressing takes to a dressing is short, and ends and there is no change of the slot structure by wear, with the polish equipment by the gestalt of the 2nd operation using the polish object by the gestalt of the 1st operation, an always stable polish property can acquire further. By these, since the exchange frequency of a polish object falls, it has the effectiveness that the costs which polish takes can be reduced. Furthermore, the homogeneity, the surface smoothness, and the polish rate in a polish property can be controlled according to the slot structure (a flute width W, the volume rate VL) currently formed in the front face, and slot structure can be chosen so that a suitable polish property may be acquired. Since the yield of polish improves or the time amount which polish takes is shortened by this, it has the effectiveness that the costs which polish takes can be reduced.

[0059] In addition, other configurations are sufficient although the configuration of the cross section of a slot 13 was made into V typeface in the gestalt of the 1st operation.

[0060] Next, the polish equipment by the polish object by the gestalt of operation of the 3rd of this invention and the gestalt of the 4th operation is explained. The polish equipment by the polish object by the gestalt of the 3rd operation and the gestalt of the 4th operation is the modification of the polish object by the gestalt of the 1st operation, and the modification of the polish equipment by the gestalt of the 2nd operation, respectively.

[0061] Thickness D of the polish object by the gestalt of the 3rd operation is  $0.5\text{ mm} \leq D \leq 5.0\text{ mm}$ . Since others are the same as that of the polish object by the gestalt of the 1st operation, explanation is omitted.

[0062] The polish object according [ the polish equipment by the gestalt of the 4th operation ] to the gestalt of the 3rd operation on a turn table is installed. Since others are the same as that of the polish equipment by the gestalt of the 2nd operation, explanation is omitted.

[0063] If thickness D of the polish object 11 is thicker than 5.0mm, the absolute deformation of a polish object will increase and surface smoothness will worsen. On the other hand, if thickness D of the polish object 11 is thinner than 0.5mm, the absolute deformation of a polish object will decrease and homogeneity will worsen. For this reason, as for thickness D, it is desirable that it is  $0.5\text{ mm} \leq D \leq 5.0\text{ mm}$ .

[0064] Thus, with the polish equipment by the gestalt of the 4th operation using the polish object by the gestalt of the 3rd operation, the homogeneity, the surface smoothness, and the polish rate in a polish property can be controlled by thickness D of a polish object, and thickness can be chosen so that a suitable polish property may be acquired. Since the yield of polish improves or the time amount which polish takes is shortened by this, it has the effectiveness that the costs which polish takes can be reduced.

[0065] Next, the polish equipment by the polish object by the gestalt of operation of the 5th of this invention and the gestalt of the 6th operation is explained. The polish equipment by the polish object by the gestalt of the 5th operation and the gestalt of the 6th operation is the modification of the modification of the 1st or the polish object by the gestalt of the 3rd operation and the 2nd, or the polish equipment by the gestalt of the 4th operation, respectively.

[0066] The depth of a slot 13 of the polish object by the gestalt of the 5th operation is 3 or less times of the width of face W of the slot in the front face of a polish object. Since others are the same as that of the 1st or the polish object by the gestalt of the 3rd operation, explanation is omitted.

[0067] The polish object according [ the polish equipment by the gestalt of the 6th operation ] to the gestalt of the 5th operation on a turn table is installed. Since others are the same as that of the polish equipment by the gestalt of the 2nd operation, explanation is omitted.

[0068] When the depth of a slot 13 exceeds 3 times of the width of face W of the slot 13 in the front face of the polish object 11, removal of the abrasive material inside the slot of a polish object is difficult, an abrasive material fixes inside and the fixing object peels, possibility of making the polished surface of a

polish object generating a blemish is high. Therefore, as for the depth of a slot 13, it is desirable that they are 3 or less times of the width of face W of the slot in the front face of a polish object.

[0069] Thus, the polished surface of a polish object is not made to generate a blemish with the polish equipment by the gestalt of the 6th operation using the polish object by the gestalt of the 5th operation. Thereby, the yield of polish improves and it has the effectiveness that the costs which polish takes can be reduced.

[0070] Next, the polish equipment by the polish object by the gestalt of operation of the 7th of this invention and the gestalt of the 8th operation is explained. The polish equipment by the polish object by the gestalt of the 7th operation and the gestalt of the 8th operation is the modification of the modification of the 1st, the 3rd, or the polish object by the gestalt of the 5th operation and the 2nd, the 4th, or the polish equipment by the gestalt of the 6th operation, respectively.

[0071] Drawing 4 is the outline block diagram of the polish object by the gestalt of the 7th operation. With the polish object by the gestalt of the 7th operation, the configuration of a slot over the front face of a polish object is a stitch-like. Since an abrasive material is stabilized as the configuration of a slot over the front face of a polish object is a stitch-like, and it can supply and the abrasive material on a polish object cannot jump out easily out of a polish object due to the centrifugal force accompanying rotation of a turn table, the maintenance capacity of the abrasive material in the front face of a polish object can be raised. Therefore, as for the configuration of a slot over the front face of a polish object, it is desirable that it is a stitch-like. Since others are the same as that of the 1st, the 3rd, or the polish object by the gestalt of the 5th operation, explanation is omitted.

[0072] The polish object according [ the polish equipment by the gestalt of the 8th operation ] to the gestalt of the 7th operation on a turn table is installed. Since others are the same as that of the polish equipment by the gestalt of the 2nd operation, explanation is omitted.

[0073] In addition, although the configuration of a slot over the front face of the polish object of the polish object by the gestalt of the 7th operation is a stitch-like, you may be a configuration including two or more kinds in the shape of the shape of a swirl, concentric circular, and a grid, the shape of a triangular grid, a random configuration or these, and a stitch.

[0074] Thus, with the polish equipment by the gestalt of the 8th operation using the polish object by the gestalt of the 7th operation, since the maintenance capacity of the abrasive material in the front face of a polish object is high, a polish rate improves and homogeneity also improves. Since the yield of polish improves or the time amount which polish takes is shortened by this, it has the effectiveness that the costs which polish takes can be reduced.

[0075] Next, the polish equipment by the polish object by the gestalt of operation of the 9th of this invention and the gestalt of the 10th operation is explained. The polish equipment by the polish object by the gestalt of the 9th operation and the gestalt of the 10th operation is the modification of the modification of the 1st, the 3rd, the 5th, or the polish object by the gestalt of the 7th operation and the 2nd, the 4th, the 6th, or the polish equipment by the gestalt of the 8th operation, respectively.

[0076] Drawing 5 is the sectional view of the polish object by the gestalt of the 9th operation. Drawing 5 (a) is a polish object whose cross-section configuration of a slot is V typeface, and drawing 5 (b) is a polish object whose cross-section configuration of a slot is U typeface. In drawing 5 (a), the slot 52 whose cross-section configuration is V typeface is formed in the front face of the polish object 51. In drawing 5 R> 5 (b), the slot 53 whose cross-section configuration is U typeface is formed in the front face of the polish object 51. Supply and discharge of an abrasive material are easy in slots being these cross-section configurations [ like ], and since the large include angle which the front face and slot of a polish object make can also be taken, generating of the acute angle part produced on the front face of a polish object can be suppressed. It is possible to suppress generating of the blemish in the polished surface of a silicon wafer by these. Since others are the same as that of the 1st, the 3rd, the 5th, or the polish object by the gestalt of the 7th operation, explanation is omitted.

[0077] The polish object according [ the polish equipment by the gestalt of the 10th operation ] to the gestalt of the 9th operation on a turn table is installed. Since others are the same as that of the polish equipment by the gestalt of the 2nd operation, explanation is omitted.

[0078] In addition, although [ the polish object by the gestalt of the 9th operation / the cross-section configuration of the slot currently formed in the front face of a polish object ] it is V typeface or U typeface, you may be the configuration which has curvatures other than U typeface, a rectangle, or a polygon.

[0079] Thus, a polish object is not made to generate a blemish with the polish equipment by the gestalt of the 10th operation using the polish object by the gestalt of the 9th operation. Thereby, the yield of polish

improves and it has the effectiveness that the costs which polish takes can be reduced.

[0080] Next, the polish equipment by the polish object by the gestalt of operation of the 11th of this invention and the gestalt of the 12th operation is explained. The polish equipment by the polish object by the gestalt of the 11th operation and the gestalt of the 12th operation is the modification of the modification of the 1st, the 3rd, the 5th, the 7th, or the polish object by the gestalt of the 9th operation and the 2nd, the 4th, the 6th, the 8th, or the polish equipment by the gestalt of the 10th operation, respectively.

[0081] The compressibility  $K$  of an ingredient of the polish object by the gestalt of the 11th operation is  $0.1 \text{ GPa} \leq K \leq 2.0 \text{ GPa}$ . Since others are the same as that of the 1st, the 3rd, the 5th, the 7th, or the polish object by the gestalt of the 9th operation, explanation is omitted.

[0082] The polish object according [ the polish equipment by the gestalt of the 12th operation ] to the gestalt of the 11th operation on a turn table is installed. Since others are the same as that of the polish equipment by the gestalt of the 2nd operation, explanation is omitted.

[0083] Thus, with the polish equipment by the gestalt of the 12th operation using the polish object by the gestalt of the 11th operation, to the polish object currently formed with the ingredient whose compressibility  $K$  of an ingredient is  $0.1 \text{ GPa} \leq K \leq 2.0 \text{ GPa}$ , the yield of polish improves and it has the effectiveness that the costs which polish takes can be reduced.

[0084] Next, the polish equipment by the polish object by the gestalt of operation of the 13th of this invention and the gestalt of the 14th operation is explained. The polish equipment by the polish object by the gestalt of the 13th operation and the gestalt of the 14th operation is the modification of the modification of the 1st, the 3rd, the 5th, the 7th, the 9th, or the polish object by the gestalt of the 11th operation and the 2nd, the 4th, the 6th, the 8th, the 10th, or the polish equipment by the gestalt of the 12th operation, respectively.

[0085] With the polish equipment by the gestalt of the 14th operation using the polish object by the gestalt of the 13th operation, the principal component of the ingredient of a polish object is an epoxy resin, acrylic resin, or non-foamed urethane resin. The polish object which uses these ingredients as a principal component has little wear by polish.

[0086] The polish object according [ the polish equipment by the gestalt of the 14th operation ] to the gestalt of the 13th operation on a turn table is installed. Since others are the same as that of the polish equipment by the gestalt of the 2nd operation, explanation is omitted.

[0087] Thus, with the polish equipment by the gestalt of the 14th operation using the polish object by the gestalt of the 13th operation, since there is little wear of the polish object by polish, the life of a polish object improves. Thereby, since the exchange frequency of a polish object falls, it has the effectiveness that the costs which polish takes can be reduced.

[0088] Next, the polish equipment by the polish object by the gestalt of operation of the 15th of this invention and the gestalt of the 16th operation is explained. The polish equipment by the polish object by the gestalt of the 15th operation and the gestalt of the 16th operation is the modification of the modification of the 1st, the 3rd, the 5th, the 7th, the 9th, the 11th, or the polish object by the gestalt of the 13th operation and the 2nd, the 4th, the 6th, the 8th, the 10th, the 12th, or the polish equipment by the gestalt of the 14th operation, respectively.

[0089] With the polish equipment by the gestalt of the 16th operation using the polish object by the gestalt of the 15th operation, the slot which supplies and discharges said abrasive material is further formed in the front face of a polish object. Thereby, an abrasive material is supplied to homogeneity all over a polish object. In addition, as for the cross-section configuration of the slot which supplies and discharges said abrasive material, it is desirable that they are the configuration which has curvature, a rectangle, V typeface, or a polygon. Moreover, as for the configuration over the front face of the polish object of the slot which supplies and discharges said abrasive material, it is desirable that they are the shape of the shape of a radial and a grid and a triangular grid, the shape of a stitch, and a random configuration.

[0090] In addition, a different new slot from the slot which may use a part of slot currently formed in the 1st, 3, 5, 7, 9 and 11, and the polish object by the gestalt of operation of 13 as a slot which supplies and discharges said abrasive material, or is formed in the 1st, 3, 5, 7, 9 and 11, and the polish object by the gestalt of operation of 13 may be formed.

[0091] The polish object according [ the polish equipment by the gestalt of the 16th operation ] to the gestalt of the 15th operation on a turn table is installed. Since others are the same as that of the polish equipment by the gestalt of the 2nd operation, explanation is omitted.

[0092] Thus, with the polish equipment by the gestalt of the 16th operation using the polish object by the gestalt of the 15th operation, since an abrasive material is supplied to the whole polished surface of a polish object at homogeneity, homogeneity does not worsen or degradation of the polish property by friction with a

polish object and a polish object becoming large does not arise. Thereby, the yield of polish improves and it has the effectiveness that the costs which polish takes can be reduced.

[0093] Next, the polish equipment by the polish object by the gestalt of operation of the 17th of this invention and the gestalt of the 18th operation is explained. The polish equipment by the polish object by the gestalt of the 17th operation and the gestalt of the 18th operation is the modification of the modification of the 1st, the 3rd, the 5th, the 7th, the 9th, the 11th, the 13th, or the polish object by the gestalt of the 15th operation and the 2nd, the 4th, the 6th, the 8th, the 10th, the 12th, the 14th, or the polish equipment by the gestalt of the 16th operation, respectively.

[0094] With the polish equipment by the gestalt of the 18th operation using the polish object by the gestalt of the 17th operation, it has a transparence field on some polish objects.

[0095] Drawing 6 is the outline block diagram of the polish equipment by the gestalt of operation of the 18th of this invention. In the polish equipment by the gestalt of the 18th operation, the same number is given to the same part as the polish equipment by the gestalt of the 2nd operation. Opening 38 is formed in the turn table 36 in the polish equipment by the gestalt of the 18th operation. Furthermore, in the bottom of a turn table 36, the equipment 39 which observes a polish condition optically and measures a polish process is installed. On the turn table 36, the polish object 11 by the gestalt of the 17th operation is installed. The opening 38 of a turn table 36 laps with the transparence field (un-illustrating) of the polish object 11. Since others are the same as that of the polish equipment by the gestalt of the 2nd operation, explanation is omitted.

[0096] It is desirable to use the equipment which carries out detection and thickness measurement of a polish terminal point from the reflective spectral characteristic (reflection a spectrum spectrum) as equipment 39 which observes a polish condition optically and measures a polish process. the reflection measured with the equipment 39 which observes the condition of a polished surface -- a spectrum -- in a spectrum, calculation of thickness or detection of a polish terminal point is carried out as compared with the reference spectrum obtained in simulation etc. in the computer (un-illustrating). In addition, as equipment 39 which observes the condition of a polished surface, the equipment which carries out detection or the thickness measurement of a polish terminal point by carrying out the image processing of the image which photoed the equipment which carries out detection or the thickness measurement of a polish terminal point from change of the reflection factor in specific wavelength instead of or a polished surface with the CCD camera etc. may use from the reflective spectral characteristic (reflection a spectrum a spectrum) which mentioned above. [ the equipment which carries out detection and the thickness measurement of a polish terminal point ]

[0097] Thus, with the polish equipment by the gestalt of the 18th operation using the polish object by the gestalt of the 17th operation, spot detection (inch-situ detection) of the polish condition of the polished surface of a polish object can be carried out in the middle of a polish process with the equipment which observes a polish condition through opening currently formed in the turn table, and the transparence field of a polish object. By this, since the terminal point of polish is detectable in a polish process, the yield of polish improves, and it has the effectiveness that the costs which polish takes can be reduced.

[0098] In the 1st of a more than, the 3rd, the 5th, the 7th, the 9th, the 11th, the 13th, the 15th or the 2nd using the polish object by the gestalt of the 17th operation, the 4th, the 6th, the 8th, the 10th, the 12th, the 14th, the 16th, or the polish equipment by the gestalt of the 18th operation What is necessary is just to perform as follows thickness of slot structure and a polish object within limits specified by this invention, in order to control a polish property. What is necessary is to make the depth of flute deep and just to thicken thickness of a polish object, in order to raise homogeneity. Moreover, what is necessary is to make the depth of flute shallow and just to make thickness of a polish object thin, in order to raise surface smoothness. What is necessary is just to make large width of face for heights between the slots of a polish object, in order to raise a polish object rate furthermore.

[0099] Moreover, the well-known approach, for example, the approach of carrying out engine-lathe processing of the front face of a polish object using the cutting tool for recessing etc., can be used for the approach of forming a slot in a front face in the 1st, the 3rd, the 5th, the 7th, the 9th, the 11th, the 13th, the 15th, or the polish object by the gestalt of the 17th operation.

[0100] Drawing 7 is a flow chart which shows a semiconductor device manufacture process. A semiconductor device manufacture process is started, it is step S200 first and suitable down stream processing is chosen out of the next steps S201-S204. It progresses to either of steps S201-S204 according to selection.

[0101] Step S201 is an oxidation process which oxidizes the front face of a silicon wafer. Step S202 is a

CVD process which forms an insulator layer in a silicon wafer front face by CVD etc. Step S203 is an electrode formation process which forms an electrode at processes, such as vacuum evaporation, on a silicon wafer. Step S204 is an ion implantation process which drives ion into a silicon wafer.

[0102] It progresses to step S205 after a CVD process or an electrode formation process. Step S205 is a CMP process. At a CMP process, flattening of an interlayer insulation film, formation of DAMASHIN (damascene) by polish of the metal membrane of the front face of a semiconductor device, etc. are performed by the polish equipment concerning this invention.

[0103] It progresses to step S206 after a CMP process or an oxidation process. Step S206 is a FOTORISO process. At a FOTORISO process, spreading of the resist to a silicon wafer, baking of the circuit pattern to the silicon wafer by the exposure which used the aligner, and development of the exposed silicon wafer are performed. Furthermore, the following step S207 is an etching process which removes the resist which parts other than the developed resist image were deleted by etching, resist exfoliation was performed after that, and etching ended, and became unnecessary.

[0104] Next, it judges whether all processes required of step S208 were completed, if it has not completed, the step of return and the point is repeated to step S200, and a circuit pattern is formed on a silicon wafer. It will become an end if it is judged that all processes were completed at step S208.

[0105] By the semiconductor device manufacture approach concerning this invention, since the polish equipment applied to this invention in a CMP process is used, when the detection precision of the polish terminal point in a CMP process or the accuracy of measurement of thickness improves, the yield in a CMP process improves. Thereby, it is effective in the ability to manufacture a semiconductor device by low cost compared with the conventional semiconductor device manufacture approach.

[0106] In addition, the polish equipment concerning this invention may be used for the CMP process of semiconductor device manufacture processes other than the above-mentioned semiconductor device manufacture process.

[0107] The semiconductor device concerning this invention is manufactured by the semiconductor device manufacture approach concerning this invention. Thereby, compared with the conventional semiconductor device manufacture approach, a semiconductor device can be manufactured by low cost, and it is effective in the ability to reduce the manufacturing cost of a semiconductor device.

[0108]

[Example] Hereafter, the example of this invention is explained.

[0109] The polish object of the non-fizz which consists of an epoxy resin which has slot structure was stuck on the front face of the turn table of [example 1] polish equipment with the double-sided tape. The compressibility of an epoxy resin is 0.98GPa. Width of face of 0.15mm for heights between flute width W0.35mm and a slot and the slot of V typeface with a depth of 0.30mm are spirally formed in the front face of the polish object of an example 1. The thickness of a polish object is 4.0mm and the percentage VL of the volume of a field to the volume of a polish object including the field in which the slot is formed that said slot is formed is 2.6%.

[0110] The 6 inch silicon wafer with which 1 micrometer of thermal oxidation film was formed in the polish head through backing material was attached, and polish was performed for 150 seconds on condition that the following.

[0111] The number of polish head rotations: A part for rocking rate:15 stroke [ of load:3.92x104Pa to 50rpm, polish rotating speed:50rpm, and a polish head, rocking width-of-face:30mm of a polish head, and a polish head ]/and SS25 made from use abrasive material:Cabot were ground with ion exchange water, and the silicon wafer with a plasma TEOS (tetraethyl orthochromatic silicate) film pattern was ground on the above-mentioned conditions by two-fold-serial-dilution and abrasive material flow rate:200ml/. Pattern parts are the 1.5-micrometer plasma TEOS film and the plasma TEOS film whose pattern-less part is 1.0 micrometers, and this silicon wafer with a pattern has the level difference of 0.5 micrometers as an early level difference. In a silicon wafer, the pattern of 4.0mm angle has arranged two-dimensional. This film was ground until the pattern-less part was set to 0.8 micrometers.

[0112] With the polish object of the non-fizz which consists of an epoxy resin which has slot structure on a [example 2] front face, the same polish object (the 6 inch silicon wafer with which 1 micrometer of thermal oxidation film was formed, and silicon wafer with a plasma TEOS film pattern) as an example 1 was ground. Width of face of 0.25mm for heights between flute width W0.25mm and a slot and the slot of V typeface with a depth of 0.25mm are spirally formed in the front face of the polish object of an example 2. The thickness of a polish object is 4.0mm and the percentage VL of the volume of a field to the volume of a polish object including the field in which the slot is formed that said slot is formed is 1.6%. Polish



conditions are completely the same conditions with an example 1.

[0143] With the polish object of the non-fizz which consists of an epoxy resin which has slot structure on a [example 3] front face, the same polish object (the 6 inch silicon wafer with which 1 micrometer of thermal oxidation film was formed, and silicon wafer with a plasma TEOS film pattern) as an example 1 was ground. Width of face of 0.25mm for heights between flute width W0.25mm and a slot and the slot of V typeface with a depth of 0.25mm are spirally formed in the front face of the polish object of an example 3. The thickness of a polish object is 2.0mm and the percentage VL of the volume of a field to the volume of a polish object including the field in which the slot is formed that said slot is formed is 3.1%. Polish conditions are completely the same conditions with an example 1.

[0144] After the thermal oxidation film ground 1000 6 inch silicon wafers formed 1 micrometer with the polish object of the [example 4] example 3, the same polish object (the 6 inch silicon wafer with which 1 micrometer of thermal oxidation film was formed, and silicon wafer with a plasma TEOS film pattern) as an example 1 was ground. About this polish, the dressing is not performed before polish and during polish. Polish conditions are completely the same conditions with an example 1.

[0145] With the polish object of the non-fizz which consists of an epoxy resin which has slot structure on a [example 5] front face, the same polish object (the 6 inch silicon wafer with which 1 micrometer of thermal oxidation film was formed, and silicon wafer with a plasma TEOS film pattern) as an example 1 was ground. Width of face of 0.25mm for heights between flute width W0.25mm and a slot and the slot of U typeface with a depth of 0.25mm are formed in the front face of the polish object of an example 5 in the shape of a stitch. The thickness of a polish object is 4.0mm and the percentage VL of the volume of a field to the volume of a polish object including the field in which the slot is formed that said slot is formed is 5.2%. Polish conditions are completely the same conditions with an example 1.

[0146] With the polish object of the non-fizz which consists of an epoxy resin which has slot structure on the [example 1 of comparison] front face, the same polish object (the 6 inch silicon wafer with which 1 micrometer of thermal oxidation film was formed, and silicon wafer with a plasma TEOS film pattern) as an example 1 was ground. Width of face of 0.45mm for heights between flute width W0.05mm and a slot and the slot of a depth 2.0mm rectangle are spirally formed in the front face of the polish object of the example 1 of a comparison. The thickness of a polish object is 4.0mm and the percentage VL of the volume of a field to the volume of a polish object including the field in which the slot is formed that said slot is formed is 5.0%. Polish conditions are completely the same conditions with an example 1.

[0147] With the polish object of the non-fizz which consists of an epoxy resin which has slot structure on the [example 2 of comparison] front face, the same polish object (the 6 inch silicon wafer with which 1 micrometer of thermal oxidation film was formed, and silicon wafer with a plasma TEOS film pattern) as an example 1 was ground. Width of face of 0.05mm for heights between flute width W0.45mm and a slot and the slot of a depth 2.0mm rectangle are spirally formed in the front face of the polish object of the example 2 of a comparison. The thickness of a polish object is 4.0mm and the percentage VL of the volume of a field to the volume of a polish object including the field in which the slot is formed that said slot is formed is 45.0%. Polish conditions are completely the same conditions with an example 1.

[0148] A polish rate, homogeneity, and surface smoothness were measured using the polish object after each polish about [evaluation] examples 1, 2, 3, 4, and 5 and the examples 1 and 2 of a comparison. About the polish rate, the thermal oxidation film computed by having converted from the amount of average polishes and polish time amount of a part except the part of 5mm of the edge of the 6 inch silicon wafer formed 1 micrometer to insides. About homogeneity, the thermal oxidation film computed homogeneity from the edge of the 6 inch silicon wafer formed 1 micrometer by the formula of the following [ profile / except the part of 5mm of insides / of polishes / amount ].

[0149] homogeneous (%) =  $(RA - RI) / (RA + RI) \times 100$  -- here, the amount of the maximum polishes in the amount profile of polishes which RA measured, and RI are the amounts of the minimum polishes in the measured amount profile of polishes. Moreover, about surface smoothness, using the 6 inches silicon wafer with a plasma TEOS film pattern, it ground until the pattern-less part was set to 0.8 micrometers, and the residual level difference was measured in two or more parts in the silicon wafer at that time, and maximum in the measured value of those residual level differences was made into surface smoothness.

[0120] The result depended on the slot structure of the polish object of [result] above-mentioned each example and the example of a comparison, thickness, and the above-mentioned measurement is shown in Table 1.

[0121]

[Table 1]

|              | 実施例1 | 実施例2 | 実施例3 | 実施例4 | 実施例5 | 比較例1 | 比較例2 |
|--------------|------|------|------|------|------|------|------|
| 溝幅W (mm)     | 0.35 | 0.25 | 0.25 | 0.25 | 0.25 | 0.05 | 0.45 |
| 溝間の凸部分幅(mm)  | 0.15 | 0.25 | 0.25 | 0.25 | 0.25 | 0.45 | 0.05 |
| 溝深さ(mm)      | 0.30 | 0.25 | 0.25 | 0.25 | 0.25 | 2.0  | 2.0  |
| 溝の断面形状       | V字形  | V字形  | V字形  | V字形  | U字形  | 矩形   | 矩形   |
| 研磨体表面の溝形状    | 螺旋状  | 螺旋状  | 螺旋状  | 螺旋状  | 編み目状 | 螺旋状  | 螺旋状  |
| 厚さD (mm)     | 4.0  | 4.0  | 2.0  | 2.0  | 4.0  | 4.0  | 4.0  |
| 体積の割合V L (%) | 2.6  | 1.6  | 3.1  | 3.1  | 5.2  | 5.0  | 45.0 |
| 研磨速度(mm/min) | 212  | 256  | 252  | 255  | 254  | 160  | 150  |
| 均一性(%)       | 8.8  | 10.5 | 11.9 | 12.0 | 8.0  | 25.0 | 20.0 |
| 平坦性(μm)      | 80   | 35   | 20   | 20   | 35   | 50   | 100  |

[0122] According to a convention of the thickness of the slot structure concerning this invention, and a polish object, though the ingredient of a polish object was completely the same, as shown above, the big difference in a polish property was seen.

[0123] Although it is only that slot structures differ, the width of face of a slot is wide, homogeneity is excellent in the example 1 with the deep depth, and surface smoothness is excellent in the example 1 and the example 2 with the reverse example 2. As this is already described, the difference in the elastic modulus on the appearance of the field in which the slot is formed is the cause. Also about the polish rate, the big rise is seen in the example 2 with the wide width of face for heights between slots.

[0124] About an example 2 and an example 3, slot structure is the same and the thickness of a polish object differs. Homogeneity is excellent in the example 2 and surface smoothness is excellent in the example 3. The difference in the absolute deformation at the time of polish according to the difference in the thickness of a polish object also about this example is the cause.

[0125] About an example 3 and an example 4, it is evaluation continuation polish before and after continuation polish. The dressing process for every polish is not performed with the polish object by this invention. Nevertheless, it is shown that a polish property does not change with continuation polishes.

[0126] In an example 5 and the example 2, the configuration of the slot in the front face of a polish object is the comparison of a stitch-like thing and a spiral thing. It is shown that the structure of the shape of a stitch of an example 5 where the supply discharge capacity of an abrasive material is excellent in this example is excellent.

[0127] The example 1 of a comparison and the example 2 of a comparison have the slot structure from which it separated from the range of the claim of this invention. In the example 1 of a comparison, the width of face between slots is wide, and an abrasive material cannot fully supply, but polish effectiveness is bad. Moreover, in the example 2 of a comparison, since the width of face between slots is extremely small, polish effectiveness is inferior that the touch area at the time of polish is small. Furthermore, about these both, there was an inclination for the blemish of the polished surface of the silicon wafer generated at the time of polish to be extremely large.

[0128]

[Effect of the Invention] According to this invention, there is very little wear by use of a polish object, and since the time amount which needlessness or a dressing takes to a dressing is short, and ends further and there is no change of the slot structure by wear, the polish object and polish equipment which can acquire an always stable polish property can be offered as explained above. Since the exchange frequency of a polish object falls in connection with this, it has the effectiveness that the costs which polish takes can be reduced.

[0129] Furthermore, according to this invention, the homogeneity, the surface smoothness, and the polish rate in a polish property can be controlled according to the slot structure currently formed in the front face, and the polish object and polish equipment which choose slot structure so that a suitable polish property may be acquired can be offered. Since the yield of polish improves or the time amount which polish takes is shortened in connection with this, it has the effectiveness that the costs which polish takes can be reduced.

[Translation done.]



\* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

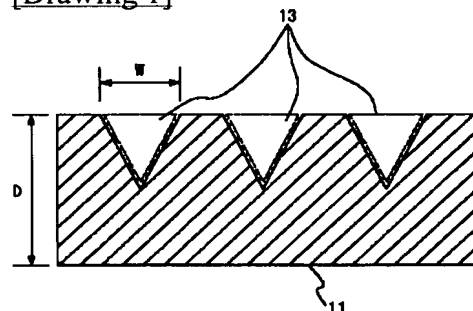
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

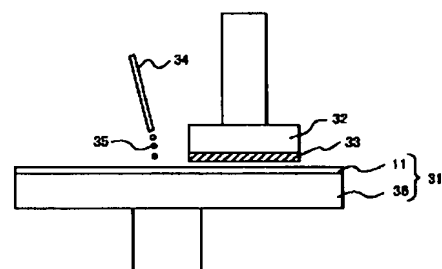
DRAWINGS

---

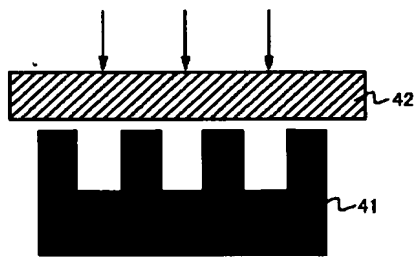
[Drawing 1]



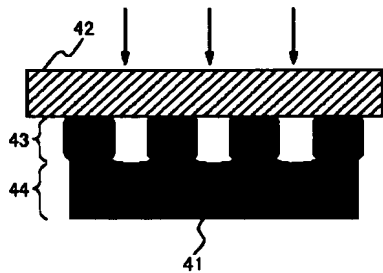
[Drawing 2]



[Drawing 3]

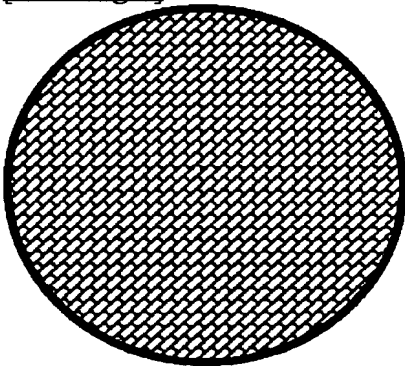


(a)

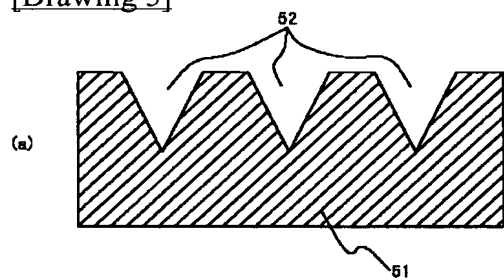


(b)

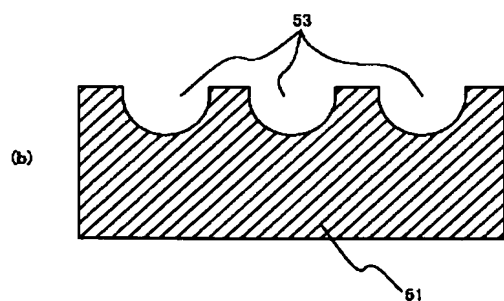
[Drawing 4]



[Drawing 5]

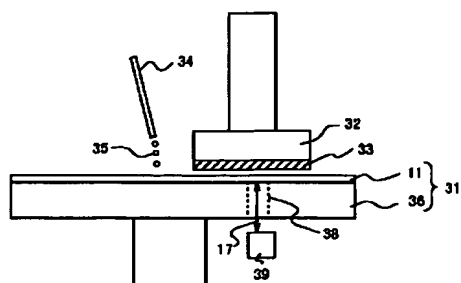


(a)

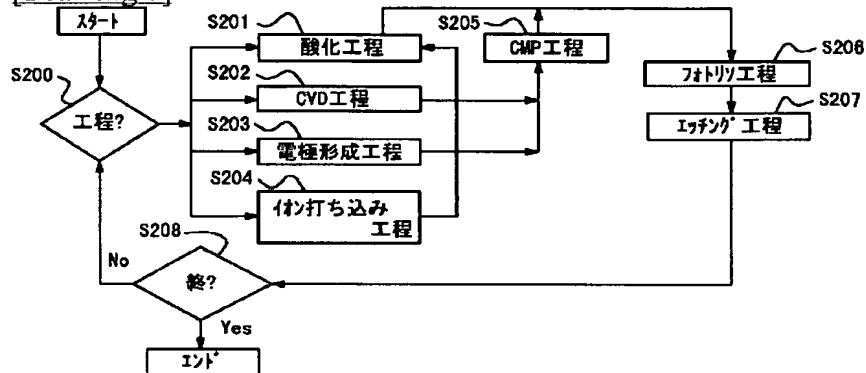


(b)

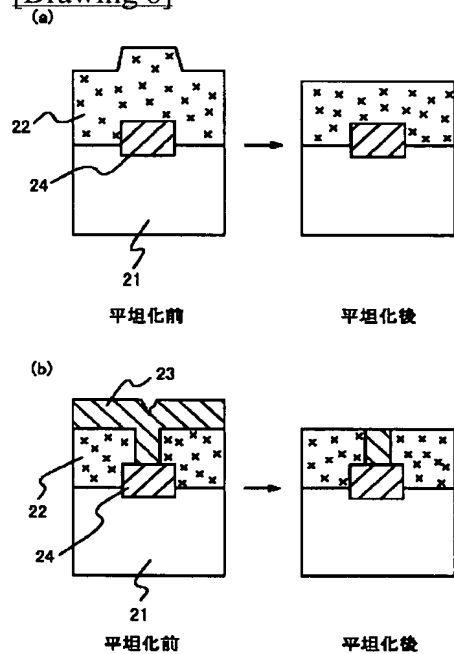
[Drawing 6]



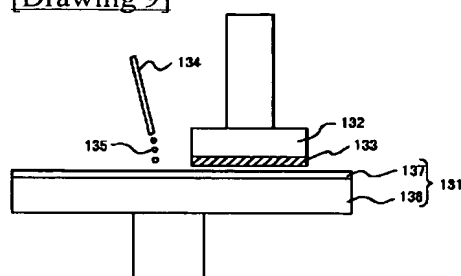
[Drawing 7]



[Drawing 8]



[Drawing 9]



---

[Translation done.]

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-212752  
(43)Date of publication of application : 07.08.2001

(51)Int.Cl. B24B 37/04  
H01L 21/304

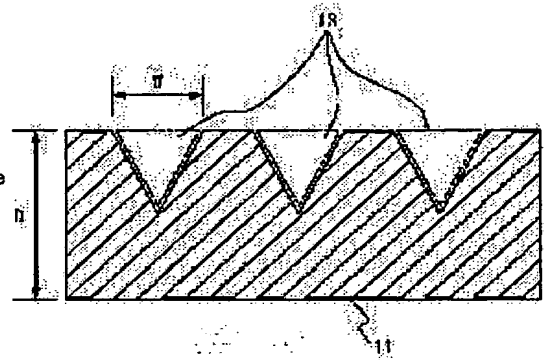
(21)Application number : 2000-025373 (71)Applicant : NIKON CORP  
(22)Date of filing : 02.02.2000 (72)Inventor : CHIGA TATSUYA  
ISHIKAWA AKIRA

## (54) POLISHING BODY, POLISHING DEVICE, SEMICONDUCTOR DEVICE MANUFACTURING METHOD AND SEMICONDUCTOR DEVICE

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a polishing body less worn out from use and provided with a hardly changeable surface shape and an always stable polishing characteristic by solving problems in a conventional polishing body such that a stable polishing characteristic cannot be provided for a long time because a groove structure in the polishing body is changed in the course of use and elasticity is changed as a result.

**SOLUTION:** The polishing body is provided with a groove formed on the surface and provided with a width  $W$  of  $0.1 \text{ mm} \leq W \leq 2.0 \text{ mm}$  on the surface. In the polishing body, a volume ratio  $VL$  of the area for forming the groove to the volume of the polishing body including the groove formation area is  $0.1\% \leq VL \leq 30\%$ , while a ratio of a porous area based on foaming is 20% or less to the volume of the polishing body excluding the groove formation area.



### LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 07.11.2000  
[Date of sending the examiner's decision of rejection] 24.09.2003  
[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]  
[Date of final disposal for application]  
[Patent number]  
[Date of registration]  
[Number of appeal against examiner's decision of rejection]  
[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]  
[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2001-212752  
(P2001-212752A)

(43) 公開日 平成13年8月7日 (2001.8.7)

|                           |       |                |              |
|---------------------------|-------|----------------|--------------|
| (51) Int.Cl. <sup>7</sup> | 識別記号  | F I            | テームコード* (参考) |
| B 2 4 B 37/04             |       | B 2 4 B 37/04  | A 3 C 0 5 8  |
| H 0 1 L 21/304            | 6 2 2 | H 0 1 L 21/304 | 6 2 2 F      |

審査請求 有 請求項の数20 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2000-25373 (P2000-25373)

(22) 出願日 平成12年2月2日 (2000.2.2)

(71) 出願人 000004112

株式会社ニコン

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号

(72) 発明者 千賀 達也

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株  
式会社ニコン内

(72) 発明者 石川 彰

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株  
式会社ニコン内

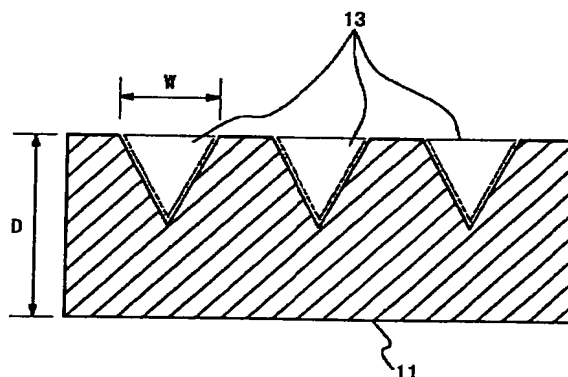
Fターム (参考) 3C058 AA09 AC04 CB01 CB03 CB10  
DA17

(54) 【発明の名称】 研磨体、研磨装置、半導体デバイス製造方法、及び半導体デバイス

(57) 【要約】

【課題】 従来の研磨体では、研磨体の使用に伴って研磨体の溝構造が変化し、その溝構造の変化に伴う弾性的変化により、長期間にわたる安定な研磨特性を得ることが不可能であるという問題があった。本発明は研磨体の使用による磨耗が非常に少なく、また、表面形状の変化が小さい研磨体を提供することにより、常に安定な研磨特性を有する研磨体を提供することを目的とする。

【解決手段】 表面に形成されている溝を有し、前記溝の前記表面での幅 $W$ は、 $0.1\text{mm} \leq W \leq 2.0\text{mm}$ であり、前記溝が形成されている領域を含む研磨体の体積に対する前記溝が形成されている領域の体積の割合 $V_L$ は、 $0.1\% \leq V_L \leq 30\%$ であり、前記溝が形成されている領域を含まない研磨体の体積に対して、発泡による空孔領域が20%以下である材料で形成されている研磨体を提供する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】研磨体と研磨対象物との間に研磨剤を介在させた状態で、前記研磨体と前記研磨対象物とを相対移動させることにより、前記研磨対象物を研磨する研磨装置に用いる研磨体において、表面に形成されている溝を有し、前記溝の前記表面での幅 $W$ は、 $0.1\text{mm} \leq W \leq 2.0\text{mm}$

であり、

前記溝が形成されている領域を含む研磨体の体積に対する、前記溝が形成されている領域の体積の割合 $V_L$ は、 $0.1\% \leq V_L \leq 30\%$

であり、

前記溝が形成されている領域を含まない研磨体の体積に対して、発泡による空洞領域が20%以下である材料で形成されていることを特徴とする研磨体。

【請求項2】厚さ $D$ は、

$0.5\text{mm} \leq D \leq 5.0\text{mm}$

であることを特徴とする請求項1に記載の研磨体。

【請求項3】前記溝の深さは、前記溝の幅 $W$ の3倍以下であることを特徴とする請求項1又は請求項2に記載の研磨体。

【請求項4】表面に対する前記溝の形状は、螺旋状、同心円状、格子状、三角格子状、編み目状、ランダム形状、又はこれらの中の2種類以上を含む形状であることを特徴とする請求項1から請求項3のいずれかに記載の研磨体。

【請求項5】前記溝の断面形状は、曲率を有する形状、矩形、V字形、又は多角形であることを特徴とする請求項1から請求項4のいずれかに記載の研磨体。

【請求項6】前記材料の圧縮弾性率 $K$ は、

$0.1\text{GPa} \leq K \leq 2.0\text{GPa}$

であることを特徴とする請求項1から請求項5のいずれかに記載の研磨体。

【請求項7】前記材料の主成分は、エポキシ樹脂、アクリル樹脂、又は無発泡ウレタン樹脂であることを特徴とする請求項1から請求項6のいずれかに記載の研磨体。

【請求項8】表面に前記研磨剤を供給及び排出する溝がさらに形成されていて、該研磨剤を供給及び排出する溝は、前記溝の一部であるか、または前記溝とは別に形成されている溝であることを特徴とする請求項1から7のいずれかに記載の研磨体。

【請求項9】少なくとも一部に透明領域を有することを特徴とする請求項1から8のいずれかに記載の研磨体。

【請求項10】研磨体と研磨対象物との間に研磨剤を介在させた状態で、前記研磨体と前記研磨対象物とを相対移動させることにより、前記研磨対象物を研磨する研磨装置において、前記研磨体の表面に形成されている溝を有し、前記溝の前記表面での幅 $W$ は、

$0.1\text{mm} \leq W \leq 2.0\text{mm}$

であり、前記溝が形成されている領域を含む研磨体の体積に対する、前記溝が形成されている領域の体積の割合 $V_L$ は、

$0.1\% \leq V_L \leq 30\%$

であり、前記溝が形成されている領域を含まない研磨体の体積に対して、発泡による空洞領域が20%以下である材料で形成されていることを特徴とする研磨装置。

【請求項11】前記研磨体の厚さ $D$ は、

$0.5\text{mm} \leq D \leq 5.0\text{mm}$

であることを特徴とする請求項10に記載の研磨装置。

【請求項12】前記溝の深さは、前記溝の幅 $W$ の3倍以下であることを特徴とする請求項10又は請求項11に記載の研磨装置。

【請求項13】前記研磨体の表面に対する前記溝の形状は、螺旋状、同心円状、格子状、三角格子状、編み目状、ランダム形状、又はこれらの中の2種類以上を含む形状であることを特徴とする請求項10から請求項12のいずれかに記載の研磨装置。

【請求項14】前記溝の断面形状は、曲率を有する形状、矩形、V字形、又は多角形であることを特徴とする請求項10から請求項13のいずれかに記載の研磨装置。

【請求項15】前記研磨体の材料の圧縮弾性率 $K$ は、

$0.1\text{GPa} \leq K \leq 2.0\text{GPa}$

であることを特徴とする請求項10から請求項14のいずれかに記載の研磨装置。

【請求項16】前記研磨体の材料の主成分は、エポキシ樹脂、アクリル樹脂、又は無発泡ウレタン樹脂であることを特徴とする請求項10から請求項15のいずれかに記載の研磨装置。

【請求項17】前記研磨体の表面に前記研磨剤を供給及び排出する溝がさらに形成されていて、該研磨剤を供給及び排出する溝は、前記溝の一部であるか、または前記溝とは別に形成されている溝であることを特徴とする請求項10から16のいずれかに記載の研磨装置。

【請求項18】前記研磨体の少なくとも一部に透明領域を有することを特徴とする請求項10から17のいずれかに記載の研磨装置。

【請求項19】請求項10から18のいずれかに記載の研磨装置を用いて半導体シリコンウエハの表面を平坦化する工程を有することを特徴とする半導体デバイス製造方法。

【請求項20】請求項19に記載の半導体デバイス製造方法により製造されることを特徴とする半導体デバイス。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、例えばULSIなどの半導体デバイスを製造するプロセスにおいて実施される半導体デバイスの平坦化研磨に用いるのに好適な研

磨装置、該研磨装置に用いる研磨体、半導体デバイス製造方法、及び半導体デバイスに関するものである。

【0002】

【従来の技術】半導体集積回路の高集積化、微細化に伴って、半導体製造プロセスの工程は、増加し複雑になってきている。これに伴い、半導体デバイスの表面は、必ずしも平坦ではなくなっている。半導体デバイスの表面における段差の存在は、配線の段切れ、局所的な抵抗の増大などを招き、断線や電気容量の低下をもたらす。また、絶縁膜では耐電圧劣化やリークの発生にもつながる。

【0003】一方、半導体集積回路の高集積化、微細化に伴って、光リソグラフィに用いられる半導体露光装置の光源波長は、短くなり、半導体露光装置の投影レンズの開口数、いわゆるNAは、大きくなってきている。これにより、半導体露光装置の投影レンズの焦点深度は、実質的に浅くなってきている。焦点深度が浅くなることに対応するためには、今まで以上に半導体デバイスの表面の平坦化が要求されている。

【0004】具体的に示すと、半導体プロセスにおいては図8(a)、(b)に示すような平坦化技術が必須になってきている。シリコンウエハ21上に半導体デバイス24、SiO<sub>2</sub>からなる層間絶縁膜22、Alからなる金属膜23が形成されている。図8(a)は半導体デバイスの表面の層間絶縁膜22を平坦化する例である。図8(b)は半導体デバイスの表面の金属膜23を研磨し、いわゆるダマシン(damascene)を形成する例である。このような半導体デバイス表面を平坦化する方法としては、化学的機械的研磨(Chemical Mechanical Polishing又はChemical Mechanical Planarization、以下ではCMPと称す)技術が広く行われている。現在、CMP技術はシリコンウエハの全面を平坦化できる唯一の方法である。

【0005】CMPはシリコンウエハの鏡面研磨法を基に発展しており、図9に示すようなCMP装置を用いて行われている。図9において、131は研磨部材、132は研磨対象物保持部(以下、研磨ヘッドと称する)、133は研磨対象物であるシリコンウエハ、134は研磨剤供給部、135は研磨剤である。研磨部材131は、研磨定盤136の上に研磨体137を貼り付けたものである。

【0006】研磨対象物133は研磨ヘッド132により保持され、回転させながら揺動して、研磨部材131の研磨体137に所定の圧力で押し付けられる。研磨部材131も回転させ、研磨対象物133との間で相対運動を行わせる。この状態で、研磨剤135を研磨剤供給部134から研磨体137上に供給し、研磨剤135は研磨体137上で拡散し、研磨部材131と研磨対象物133との相対運動に伴って研磨体137と研磨対象物133との間に入り込み、研磨対象物133の研磨面を

研磨する。即ち、研磨部材131と研磨対象物133との相対運動による機械的研磨と、研磨剤135の化学的作用が相乗的に作用して良好な研磨が行われる。

【0007】現在、CMPに用いられる研磨体としては、無発泡の材料からなる研磨体、発泡ポリウレタンを主成分とする研磨体、及び研磨砥粒を樹脂に含有させた固定砥粒状の研磨体がある。

【0008】これらの中で、最も一般的に使用されているのが、発泡ポリウレタンを主成分とする研磨体である。この研磨体は、研磨体の表面での研磨剤の保持能力が優れている。しかし、この研磨体を連続して使用すると、研磨体の表面の発泡部分の穴に研磨剤の砥粒が目詰まりし、研磨速度の大きな変動が生じる。従って、研磨前及び、研磨中にダイヤモンドを電着した砥石によって、研磨体の表面を削り取る「ドレッシング」という作業を行い、研磨体の表面状態が常に同一条件になるようにする必要がある。

【0009】また、研磨砥粒を樹脂に含有させた固定砥粒状の研磨体についても、上記の発泡体の研磨体と同様に、発泡部分の穴へ砥粒の目詰まりや、研磨砥粒の状態を整えるため、ドレッシングが必要である。

【0010】研磨されたシリコンウエハ(研磨対象物)については、均一性及び平坦性という研磨特性が非常に重要である。

【0011】均一性とは、シリコンウエハ全領域において研磨が均一に行われるかということを評価するものである。この評価には一般的に以下の式が用いられる。

【0012】均一性(%) = (RA - RI) / (RA + RI) × 100

ここで、RAは測定した研磨量プロファイルでの最大研磨量、RIは測定した研磨量プロファイルでの最小研磨量である。上式から得られる均一性の値は、小さいものほど特性が良い。すなわち、最大研磨量と最小研磨量の差が少ないものほど、シリコンウエハ全面における研磨の均一性は高いということである。

【0013】また平坦性については、凹凸のあるパターンを研磨した時の、残留段差の大きさを評価したものである。つまり段差のあるパターン付きシリコンウエハで、研磨によりどれだけパターン付きシリコンウエハにおける凸部が選択的に研磨され、研磨後の残留段差が少なくなるかということを示すものである。

【0014】均一性及び平坦性の両研磨特性は、研磨体の弾性率に非常に大きな影響を受ける。研磨体は、弾性率の大きさにより、弾性率が小さい軟質研磨体、及び弾性率が大きい硬質研磨体に分けられる。

【0015】軟質研磨体の場合、シリコンウエハに圧力をかけた際に研磨体の表面がシリコンウエハのそりに対して密着性が非常に高く、シリコンウエハの全面にわたって均一性は非常に良くなる。しかし、凹凸パターンを有するシリコンウエハに関しては、研磨体の変形によ



てシリコンウエハ上の凹凸に研磨体が倣ってしまい、段差が残ったまま研磨が進行するため、平坦性は悪くなる。

【0016】一方、弾性率が大きい硬質研磨体の場合、凹凸パターンを有するシリコンウエハに関しては、研磨体の変形が小さいため、凹凸パターンのうちの凸部から順次研磨されることとなり、平坦性は良い。しかし、シリコンウエハのそりや加圧時の圧力分布がダイレクトに研磨に効いてくるため、均一性は悪くなる。

【0017】しかし、研磨体に同一の材料を用いた際にも研磨体の厚さや、研磨体の表面の溝の幅、深さといった研磨体の構造的要因が、見かけ上の弾性的変化として大きく影響してくる。つまり、研磨体の厚さが厚いほど、研磨体の弾性変形量は大きくなり、見かけ上軟質になる。一方、薄い研磨体の場合、変形量が小さいため見かけ上硬質となる。また、溝構造についても、溝の深さが深く、溝間の凸部分の幅が狭いものは、荷重を加えた際の表面の変形が大きく、見かけ上軟質となる。一方、溝の深さが浅く、溝間の凸部分の幅が広いものは、荷重を加えた際の変形が小さく、見かけ上硬質となる。

【0018】上記では、弾性の観点から研磨体の厚さ、溝構造を説明した。この他、溝の重要な役割として研磨剤の安定供給が挙げられる。この研磨剤の安定供給を行う溝構造については、現在までに、色々な形状の溝パターンが公開されている。これらの溝による研磨剤の供給が十分でなければ、研磨対象物の研磨面への研磨剤が不十分となり、研磨時の化学的反応及び、機械的研磨が十分に行われないことから、研磨速度の低下につながる。また、研磨対象物の研磨面と研磨体との摩擦による温度状態も不均一となり、均一性が著しく劣り、さらに、研

磨対象物の表面でのスクラッチの発生や、研磨時の研磨ヘッド及び研磨定盤の振動等につながってくる。

【0019】CMPを行う研磨装置は、それぞれのコンセプト、特色に基づき多種多様な装置がある。例えばスループットを向上させるため1つの研磨体で複数枚のシリコンウエハを同時に研磨するもの、装置サイズを小さくするためシリコンウエハよりも小さい研磨体で高速回転により研磨を行うもの、及び均一性を向上させるために研磨ヘッド部分を特に改良したものなどである。このような研磨装置の多様性と、安定した研磨剤の供給に対する最適な溝構造とは切っても切り離せない関係にあり、研磨剤の研磨面への安定な供給に関してはその装置に大きく依存する。

【0020】CMPは他の光学研磨や、金属ラッピングと比較して、スループットの問題から研磨加工時間は非常に短い。つまり、研磨時の回転、加圧等が非常に大きい条件で研磨が行われる。従って、研磨体の表面での研磨剤の保持が困難な条件の下で研磨が行われる。

【0021】最適とされる溝構造については、上記の装置による依存性が挙げられるが、基本的には、研磨剤を

如何に研磨体の表面で保持しつつ研磨を行うかということが重要になってくるのである。

【0022】

【発明が解決しようとする課題】しかし、従来の発泡ポリウレタンを主成分とする研磨体、及び研磨砥粒を樹脂に含有させた固定砥粒状の研磨体では、ドレッシングにより研磨体の表面が削り取られ、厚さが徐々に薄くなる。このため、研磨体を1つの弾性体として見たときに、厚さが変わることから、厚さの変化に伴い連続的に弾性変形量の変わる研磨体となり、使用するに従って均一性や平坦性に大きな変動を生じさせるという問題がある。さらに、ドレッシングにより前述した研磨体の厚さが変化するだけでなく、研磨体の表面の溝の深さ等の溝構造も変化してしまう。このため、研磨体の厚さや、溝構造により研磨特性をコントロールすることができないという問題がある。

【0023】本発明は上記問題を解決するためになされたものであり、研磨体の使用による磨耗が非常に少なく、また、表面形状の変化が小さい研磨体を提供することにより、常に安定な研磨特性を有する研磨体及びそれを用いた研磨装置を提供することを目的とする。

【0024】また、研磨対象物の均一性、平坦性、及び研磨速度といった研磨特性がコントロールされた研磨体及びそれを用いた研磨装置を提供することを目的としている。

【0025】

【課題を解決するための手段】上記問題を鑑み、本発明者は研磨体の発泡による空孔領域の割合、溝構造、厚さを規定することにより、従来から使用されている研磨体に比べ、格段に優れた研磨特性を発揮することを見だし、本発明に至った。

【0026】即ち、上記課題を解決するために、本発明に係る研磨体は、研磨体と研磨対象物との間に研磨剤を介在させた状態で、前記研磨体と前記研磨対象物とを相対移動させることにより、前記研磨対象物を研磨する研磨装置に用いる研磨体において、表面に形成されている溝を有し、前記溝の前記表面での幅 $W$ は、 $0.1\text{mm} \leq W \leq 2.0\text{mm}$ であり、前記溝が形成されている領域を含む研磨体の体積に対する、前記溝が形成されている領域の体積の割合 $V_L$ は、 $0.1\% \leq V_L \leq 30\%$ であり、前記溝が形成されている領域を含まない研磨体の体積に対して、発泡による空孔領域が20%以下である材料で形成されている（請求項1）。

【0027】上記研磨体によれば、研磨体の材料が無発泡タイプ、もしくは低発泡タイプであるので、研磨体の使用による磨耗が非常に少なく、さらに、ドレッシングが不要もしくはドレッシングに要する時間が短くて済むので、磨耗による溝構造の変化がないため、常に安定な研磨特性を得ることができる。これらにより、研磨体の交換頻度が低下するため、研磨に要する費用を低減させ

ることができる。さらに、表面に形成されている溝構造（溝幅 $W$ 、体積割合 $VL$ ）により研磨特性の中の均一性、平坦性、及び研磨速度をコントロールすることができる。好適な研磨特性が得られるように溝構造を選択することができる。これらにより、研磨の歩留まりが向上したり、研磨に要する時間が短縮するので、研磨に要する費用を低減させることができる。

【0028】また、厚さ $D$ は、 $0.5\text{mm} \leq D \leq 5.0\text{mm}$ であることが好ましい（請求項2）。これにより、研磨体の厚さ $D$ により研磨特性の中の均一性、平坦性、及び研磨速度をコントロールすることができ、好適な研磨特性が得られるように厚さを選択することができる。よって、研磨の歩留まりが向上したり、研磨に要する時間が短縮するので、研磨に要する費用を低減させることができる。

【0029】また、前記溝の深さは、前記溝の幅 $W$ の3倍以下であることが好ましい（請求項3）。これにより、研磨対象物の研磨面に傷を発生させることがない。よって、研磨の歩留まりが向上し、研磨に要する費用を低減させることができる。

【0030】また、表面に対する前記溝の形状は、螺旋状、同心円状、格子状、三角格子状、編み目状、ランダム形状、又はこれらの中の2種類以上を含む形状であることが好ましい（請求項4）。これにより、研磨体の表面での研磨剤の保持能力が高いので、研磨速度が向上し、かつ均一性も向上する。よって、研磨の歩留まりが向上したり、研磨に要する時間が短縮するので、研磨に要する費用を低減させることができる。

【0031】また、前記溝の断面形状は、曲率を有する形状、矩形、V字形、又は多角形であることが好ましい（請求項5）。これにより、研磨対象物の研磨面に傷を発生させることがない。よって、研磨の歩留まりが向上し、研磨に要する費用を低減させることができる。

【0032】また、前記材料の圧縮弾性率 $K$ は、 $0.1\text{GPa} \leq K \leq 2.0\text{GPa}$ であることが好ましい（請求項6）。これにより、材料の圧縮弾性率 $K$ が、 $0.1\text{GPa} \leq K \leq 2.0\text{GPa}$ である材料で形成されている研磨体に対して、研磨の歩留まりが向上し、研磨に要する費用を低減させることができる。

【0033】また、前記材料の主成分は、エポキシ樹脂、アクリル樹脂、又は無発泡ウレタン樹脂であることが好ましい（請求項7）。これにより、研磨による研磨体の摩耗が少ないので、研磨体の寿命が向上する。よって、研磨体の交換頻度が低下するので、研磨に要する費用を低減させることができる。

【0034】また、表面に前記研磨剤を供給及び排出する溝がさらに形成されていて、該研磨剤を供給及び排出する溝は、前記溝の一部であるか、または前記溝とは別に形成されている溝であることが好ましい（請求項8）。これにより、研磨剤が研磨対象物の研磨面の全体に均一に供給されるため、均一性が悪くなったり、摩擦

が大きくなることによる研磨特性の劣化が生じることがない。よって、研磨の歩留まりが向上し、研磨に要する費用を低減させることができる。

【0035】また、少なくとも一部に透明領域を有することが好ましい（請求項9）。これにより、研磨定盤に形成されている開口部、及び研磨体の透明領域を介して、研磨状態を観察する装置により、研磨工程の途中で研磨対象物の研磨面の研磨状態をその場検出（in-situ検出）することができる。よって、研磨工程中に研磨の終点を検出できるので研磨の歩留まりが向上し、研磨に要する費用を低減させることができる。

【0036】さらに、上記課題を解決するために、本発明に係る研磨装置は、研磨体と研磨対象物との間に研磨剤を介在させた状態で、前記研磨体と前記研磨対象物とを相対移動させることにより、前記研磨対象物を研磨する研磨装置において、前記研磨体の表面に形成されている溝を有し、前記溝の前記表面での幅 $W$ は、 $0.1\text{mm} \leq W \leq 2.0\text{mm}$ であり、前記溝が形成されている領域を含む研磨体の体積に対する、前記溝が形成されている領域の体積の割合 $VL$ は、 $0.1\% \leq VL \leq 30\%$ であり、前記溝が形成されている領域を含まない研磨体の体積に対して、発泡による空孔領域が20%以下である材料で形成されている（請求項10）。

【0037】上記研磨装置によれば、研磨体の材料が無発泡タイプ、もしくは低発泡タイプであるので、研磨体の使用による磨耗が非常に少なく、さらに、ドレッシングが不要もしくはドレッシングに要する時間が短くて済むので、磨耗による溝構造の変化がないため、常に安定な研磨特性を得ることができる。これらにより、研磨体の交換頻度が低下するため、研磨に要する費用を低減させることができる。さらに、表面に形成されている溝構造（溝幅 $W$ 、体積割合 $VL$ ）により研磨特性の中の均一性、平坦性、及び研磨速度をコントロールすることができる。これらにより、研磨の歩留まりが向上したり、研磨に要する時間が短縮するので、研磨に要する費用を低減させることができる。

【0038】また、前記研磨体の厚さ $D$ は、 $0.5\text{mm} \leq D \leq 5.0\text{mm}$ であることが好ましい（請求項11）。これにより、研磨体の厚さ $D$ により研磨特性の中の均一性、平坦性、及び研磨速度をコントロールすることができ、好適な研磨特性が得られるように厚さを選択することができる。よって、研磨の歩留まりが向上したり、研磨に要する時間が短縮するので、研磨に要する費用を低減させることができる。

【0039】また、前記溝の深さは、前記溝の幅 $W$ の3倍以下であることが好ましい（請求項12）。これにより、研磨対象物の研磨面に傷を発生させることがないので、研磨の歩留まりが向上し、研磨に要する費用を低減させることができる。

【0040】また、前記研磨体の表面に対する前記溝の形状は、螺旋状、同心円状、格子状、三角格子状、編み目状、ランダム形状、又はこれらの中の2種類以上を含む形状であることが好ましい（請求項13）。これにより、研磨体の表面での研磨剤の保持能力が高いので、研磨速度が向上し、かつ均一性も向上する。よって、研磨の歩留まりが向上したり、研磨に要する時間が短縮するので、研磨に要する費用を低減させることができる。

【0041】また、前記溝の断面形状は、曲率を有する形状、矩形、V字形、又は多角形であることが好ましい（請求項14）。これにより、研磨対象物の研磨面に傷を発生させることがない。よって、研磨の歩留まりが向上し、研磨に要する費用を低減させることができる。

【0042】また、前記研磨体の材料の圧縮弾性率 $K$ は、 $0.1\text{GPa} \leq K \leq 2.0\text{GPa}$ であることが好ましい（請求項15）。これにより、材料の圧縮弾性率 $K$ が、 $0.1\text{GPa} \leq K \leq 2.0\text{GPa}$ である材料で形成されている研磨体に対して、研磨の歩留まりが向上し、研磨に要する費用を低減させることができる。

【0043】また、前記研磨体の材料の主成分は、エポキシ樹脂、アクリル樹脂、又は無発泡ウレタン樹脂であることが好ましい（請求項16）。これにより、研磨による研磨体の摩耗が少ないので、研磨体の寿命が向上する。よって、研磨体の交換頻度が低下するので、研磨に要する費用を低減させることができる。

【0044】また、前記研磨体の表面に前記研磨剤を供給及び排出する溝がさらに形成されていて、該研磨剤を供給及び排出する溝は、前記溝の一部であるか、または前記溝とは別に形成されている溝であることが好ましい（請求項17）。これにより、研磨剤が研磨対象物の研磨面の全体に均一に供給されるため、均一性が悪くなったり、摩擦が大きくなることによる研磨特性の劣化が生じることがない。よって、研磨の歩留まりが向上し、研磨に要する費用を低減させることができる。

【0045】また、前記研磨体の少なくとも一部に透明領域を有することが好ましい（請求項18）。これにより、研磨定盤に形成されている開口部、及び研磨体の透明領域を介して、研磨状態を観察する装置により、研磨工程の途中で研磨対象物の研磨面の研磨状態をその場検出（in-situ検出）することができる。よって、研磨工程中に研磨の終点を検出できるので研磨の歩留まりが向上し、研磨に要する費用を低減させることができる。

【0046】さらに、本発明に係る半導体デバイス製造方法は、本発明に係る研磨装置を用いて半導体シリコンウエハの表面を平坦化する工程を有する（請求項19）。

【0047】上記半導体デバイス製造方法によれば、半導体シリコンウエハの表面を平坦化する工程において本発明に係る研磨装置を用いているため、半導体シリコンウエハの表面を平坦化する工程での研磨終点の検出精度

または膜厚の測定精度が低下することがなくなる等により、半導体シリコンウエハの表面を平坦化する工程での歩留まりが向上する。これにより、従来の半導体デバイス製造方法に比べて低コストで半導体デバイスを製造することができる。

【0048】さらに、本発明に係る半導体デバイスは本発明に係る半導体デバイス製造方法により製造される（請求項20）。

【0049】上記半導体デバイスによれば、本発明に係る半導体デバイス製造方法により製造されているので、従来の半導体デバイス製造方法に比べて低コストで半導体デバイスを製造することができ、半導体デバイスの製造原価を低減させることができる。

【0050】

【発明の実施の形態】本発明の実施の形態を図を参照して説明する。

【0051】まず、本発明の第1の実施の形態による研磨体及び第2の実施の形態による研磨装置について説明する。図1は本発明の第1の実施の形態による研磨体の一部分の断面図である。図2は本発明の第2の実施の形態による研磨装置の概略構成図である。

【0052】研磨体11は溝が形成されている領域13を含まない研磨体の体積に対して、発泡による空孔領域が20%以下である材料で形成されている。前記発泡による空孔領域が0%である研磨体は、無発泡タイプの研磨体と呼ばれていて、前記発泡による空孔領域が0%を越えているが、比較的少ない研磨体は、低発泡タイプの研磨体と呼ばれている。このような無発泡タイプ及び低発泡タイプの研磨体自体は、発泡タイプの研磨体（前記発泡による空孔領域が比較的多い研磨体）に比べて研磨剤の保持能力が低い。そのため、研磨体11の表面には断面形状がV字形の溝13が形成されている。

【0053】第2の実施の形態による研磨装置は、研磨部材31、研磨対象物保持部32（以下、研磨ヘッドと称す）、及び研磨剤供給部34から構成されている。そして、研磨ヘッド32には、研磨対象物であるシリコンウエハ33が取り付けられ、研磨剤供給部34は研磨剤（スラリー）35を供給する。研磨部材31は、研磨定盤36の上に前述した第1の実施の形態による研磨体11を設置したものであり、研磨体11は両面テープもしくは接着剤により研磨定盤36に貼り付けられている。

【0054】シリコンウエハ33は研磨ヘッド32により保持され、回転させながら揺動させられ、研磨部材31の研磨体11に所定の圧力で押し付けられる。研磨部材31も回転させ、シリコンウエハ33との間で相対運動を行わせる。この状態で、研磨剤35が研磨剤供給部34から研磨体11上に供給され、研磨剤35を研磨体11上で拡散し、研磨部材31とシリコンウエハ33の相対運動に伴って研磨体11とシリコンウエハ33との間に入り込み、シリコンウエハ33の研磨面を研磨する。

即ち、研磨部材31とシリコンウエハ33の相対運動による機械的研磨と、研磨剤35の化学的作用が相乗的に作用して良好な研磨が行われる。

【0055】図3は研磨対象物により荷重が加えられた状態の研磨体の一部分の断面図である。図3において研磨体41の表面に形成されている溝の断面形状は矩形である。図3(a)は研磨対象物42により荷重が加えられていない状態であり、図3(b)は研磨対象物42により荷重が加えられている状態である。表面に溝が形成されている研磨体において、荷重が加えられると研磨体全体において弾性変形する。しかし、研磨体41の表面から溝の底までの領域43と、その下層にあたる溝の入っていない研磨体のバルク領域44に分けてみた場合、図3(b)に示すように、弾性変形は単位面積当たりの荷重が大きくなっている溝が形成されている領域43において大きく発生する。この変形は溝間の凸部分の幅が狭い場合や、溝が深い場合に大きい。また、逆に溝間の凸部分の幅が広い場合や、溝が浅い場合には溝領域43の変形は小さい。この溝が形成されている領域43の変形量の大小によって、研磨特性は大きく変化する。つまり、変形量が大きければ軟質の研磨体の特徴である均一性の向上をもたらす、一方で変形量が小さければ硬質の研磨体の特徴である平坦性の向上をもたらす。

【0056】研磨体の表面での溝13の幅Wが0.1mmより狭い場合には、この研磨体を製造する上で溝の寸法の精度を保ったまま溝を形成することが困難である。さらに、溝13の内部に入った研磨剤のクリーニングも難しく溝13の内部で研磨剤が固着し、そのくずにより研磨時のシリコンウエハの研磨面に傷が発生する可能性がある。一方、研磨体の表面での溝13の幅Wが2.0mmより広い場合には、研磨剤を介して研磨対象物と接触する面積が減少することにより、研磨体と研磨対象物との接触抵抗により発生する熱が少なくなるので、CMPの化学的な要素が効かず研磨速度が著しく低下する。このため、溝13の研磨体の表面での幅Wは、 $0.1\text{mm} \leq W \leq 2.0\text{mm}$ であることが好ましい。

【0057】また、溝13が形成されている領域を含む研磨体11の体積に対する、溝13が形成されている領域の体積の割合VLが、0.1%より小さい場合は、研磨体11の表面での研磨液の保持能力が低下するので、これにより研磨速度が著しく低下したり、均一性が悪くなる。さらに、研磨体の変形量が小さくなり、均一性が悪くなる。一方、前記割合VLが30%を越える場合は、研磨体の変形量が大きくなるので、平坦性が悪くなる。よって、前記割合VLは、 $0.1\% \leq VL \leq 30\%$ であることが好ましい。

【0058】このように、第1の実施の形態による研磨体を用いた第2の実施の形態による研磨装置では、研磨体の材料が無発泡タイプ、もしくは低発泡タイプであるので、研磨体の使用による磨耗が非常に少なく、さら

に、ドレッシングが不要もしくはドレッシングに要する時間が短くて済むので、磨耗による溝構造の変化がないため、常に安定な研磨特性を得ることができる。これにより、研磨体の交換頻度が低下するため、研磨に要する費用を低減させることができるという効果を有する。さらに、表面に形成されている溝構造（溝幅W、体積割合VL）により研磨特性の中の均一性、平坦性、及び研磨速度をコントロールすることができ、好適な研磨特性が得られるように溝構造を選択することができる。これにより、研磨の歩留まりが向上したり、研磨に要する時間が短縮するので、研磨に要する費用を低減させることができるという効果を有する。

【0059】なお、第1の実施の形態において溝13の断面の形状をV字形としたが、他の形状でも良い。

【0060】次に本発明の第3の実施の形態による研磨体及び第4の実施の形態による研磨装置について説明する。第3の実施の形態による研磨体及び第4の実施の形態による研磨装置は、それぞれ、第1の実施の形態による研磨体の変形例、及び第2の実施の形態による研磨装置の変形例である。

【0061】第3の実施の形態による研磨体は、厚さDが、 $0.5\text{mm} \leq D \leq 5.0\text{mm}$ である。その他は第1の実施の形態による研磨体と同様であるので説明を省略する。

【0062】第4の実施の形態による研磨装置は、研磨定盤上に第3の実施の形態による研磨体が設置されている。その他は第2の実施の形態による研磨装置と同様であるので説明を省略する。

【0063】研磨体11の厚さDが5.0mmより厚ければ、研磨体の絶対変形量が増加し、平坦性が悪くなる。一方、研磨体11の厚さDが0.5mmより薄ければ、研磨体の絶対変形量が減少し、均一性が悪くなる。このため、厚さDは、 $0.5\text{mm} \leq D \leq 5.0\text{mm}$ であることが好ましい。

【0064】このように第3の実施の形態による研磨体を用いた第4の実施の形態による研磨装置では、研磨体の厚さDにより研磨特性の中の均一性、平坦性、及び研磨速度をコントロールすることができ、好適な研磨特性が得られるように厚さを選択することができる。これにより、研磨の歩留まりが向上したり、研磨に要する時間が短縮するので、研磨に要する費用を低減させることができるという効果を有する。

【0065】次に本発明の第5の実施の形態による研磨体及び第6の実施の形態による研磨装置について説明する。第5の実施の形態による研磨体及び第6の実施の形態による研磨装置は、それぞれ、第1もしくは第3の実施の形態による研磨体の変形例、及び第2もしくは第4の実施の形態による研磨装置の変形例である。

【0066】第5の実施の形態による研磨体は、溝13の深さが、研磨体の表面での溝の幅Wの3倍以下である。その他は第1もしくは第3の実施の形態による研磨

体と同様であるので説明を省略する。

【0067】第6の実施の形態による研磨装置は、研磨定盤上に第5の実施の形態による研磨体が設置されている。その他は第2の実施の形態による研磨装置と同様であるので説明を省略する。

【0068】溝13の深さが、研磨体11の表面での溝13の幅Wの3倍を越えると、研磨体の溝内部の研磨剤の除去が難しく研磨剤が内部で固着し、その固着物がはがれたときに研磨対象物の研磨面に傷を発生させる可能性が高い。よって、溝13の深さは、研磨体の表面での溝の幅Wの3倍以下であることが好ましい。

【0069】このように第5の実施の形態による研磨体を用いた第6の実施の形態による研磨装置では、研磨対象物の研磨面に傷を発生させることがない。これにより、研磨の歩留まりが向上し、研磨に要する費用を低減させることができるという効果を有する。

【0070】次に本発明の第7の実施の形態による研磨体及び第8の実施の形態による研磨装置について説明する。第7の実施の形態による研磨体及び第8の実施の形態による研磨装置は、それぞれ、第1、第3、もしくは第5の実施の形態による研磨体の変形例、及び第2、第4、もしくは第6の実施の形態による研磨装置の変形例である。

【0071】図4は第7の実施の形態による研磨体の概略構成図である。第7の実施の形態による研磨体では研磨体の表面に対する溝の形状は、編み目状である。研磨体の表面に対する溝の形状が編み目状であると、研磨剤が安定して供給でき、かつ、研磨定盤の回転に伴う遠心力により研磨体上の研磨剤が研磨体の外へ飛び出しにくいので、研磨体の表面での研磨剤の保持能力を向上させることができる。よって、研磨体の表面に対する溝の形状は、編み目状であることが好ましい。その他は第1、第3、もしくは第5の実施の形態による研磨体と同様であるので説明を省略する。

【0072】第8の実施の形態による研磨装置は、研磨定盤上に第7の実施の形態による研磨体が設置されている。その他は第2の実施の形態による研磨装置と同様であるので説明を省略する。

【0073】なお、第7の実施の形態による研磨体の研磨体の表面に対する溝の形状は編み目状であるとしたが、螺旋状、同心円状、格子状、三角格子状もしくはランダム形状のいずれか、又はこれら及び編み目状の中の2種類以上を含む形状であっても良い。

【0074】このように第7の実施の形態による研磨体を用いた第8の実施の形態による研磨装置では、研磨体の表面での研磨剤の保持能力が高いので、研磨速度が向上し、かつ均一性も向上する。これにより、研磨の歩留まりが向上したり、研磨に要する時間が短縮するので、研磨に要する費用を低減させることができるという効果を有する。

【0075】次に本発明の第9の実施の形態による研磨体及び第10の実施の形態による研磨装置について説明する。第9の実施の形態による研磨体及び第10の実施の形態による研磨装置は、それぞれ、第1、第3、第5、もしくは第7の実施の形態による研磨体の変形例、及び第2、第4、第6、もしくは第8の実施の形態による研磨装置の変形例である。

【0076】図5は第9の実施の形態による研磨体の断面図である。図5(a)は、溝の断面形状がV字形である研磨体であり、図5(b)は、溝の断面形状がU字形である研磨体である。図5(a)では研磨体51の表面に断面形状がV字形である溝52が形成されている。図5(b)では研磨体51の表面に断面形状がU字形である溝53が形成されている。溝がこのような断面形状であると、研磨剤の供給や排出が容易であり、かつ、研磨体の表面と溝とがなす角度も大きく取れるので、研磨体の表面に生じる鋭角な部分の発生を抑えられる。これらにより、シリコンウエハの研磨面での傷の発生を抑えることが可能である。その他は第1、第3、第5もしくは第7の実施の形態による研磨体と同様であるので説明を省略する。

【0077】第10の実施の形態による研磨装置は、研磨定盤上に第9の実施の形態による研磨体が設置されている。その他は第2の実施の形態による研磨装置と同様であるので説明を省略する。

【0078】なお、第9の実施の形態による研磨体では、研磨体の表面に形成されている溝の断面形状をV字形もしくはU字形であるとしたが、U字形以外の曲率を有する形状、矩形、もしくは多角形であっても良い。

【0079】このように第9の実施の形態による研磨体を用いた第10の実施の形態による研磨装置では、研磨対象物に傷を発生させることがない。これにより、研磨の歩留まりが向上し、研磨に要する費用を低減させることができるという効果を有する。

【0080】次に本発明の第11の実施の形態による研磨体及び第12の実施の形態による研磨装置について説明する。第11の実施の形態による研磨体及び第12の実施の形態による研磨装置は、それぞれ、第1、第3、第5、第7、もしくは第9の実施の形態による研磨体の変形例、及び第2、第4、第6、第8、もしくは第10の実施の形態による研磨装置の変形例である。

【0081】第11の実施の形態による研磨体は、材料の圧縮弾性率Kが、 $0.1\text{GPa} \leq K \leq 2.0\text{GPa}$ である。その他は、第1、第3、第5、第7、もしくは第9の実施の形態による研磨体と同様であるので説明を省略する。

【0082】第12の実施の形態による研磨装置は、研磨定盤上に第11の実施の形態による研磨体が設置されている。その他は、第2の実施の形態による研磨装置と

同様であるので説明を省略する。

【0083】このように第11の実施の形態による研磨体を用いた第12の実施の形態による研磨装置では、材料の圧縮弾性率Kが、

$$0.1\text{GPa} \leq K \leq 2.0\text{GPa}$$

である材料で形成されている研磨体に対して、研磨の歩留まりが向上し、研磨に要する費用を低減させることができるという効果を有する。

【0084】次に本発明の第13の実施の形態による研磨体及び第14の実施の形態による研磨装置について説明する。第13の実施の形態による研磨体及び第14の実施の形態による研磨装置は、それぞれ、第1、第3、第5、第7、第9もしくは第11の実施の形態による研磨体の変形例、及び第2、第4、第6、第8、第10、もしくは第12の実施の形態による研磨装置の変形例である。

【0085】第13の実施の形態による研磨体を用いた第14の実施の形態による研磨装置では、研磨体の材料の主成分がエポキシ樹脂、アクリル樹脂、もしくは無発泡ウレタン樹脂である。これらの材料を主成分とする研磨体は、研磨による摩耗が少ない。

【0086】第14の実施の形態による研磨装置は、研磨定盤上に第13の実施の形態による研磨体が設置されている。その他は、第2の実施の形態による研磨装置と同様であるので説明を省略する。

【0087】このように第13の実施の形態による研磨体を用いた第14の実施の形態による研磨装置では、研磨による研磨体の摩耗が少ないので、研磨体の寿命が向上する。これにより、研磨体の交換頻度が低下するので、研磨に要する費用を低減させることができるという効果を有する。

【0088】次に本発明の第15の実施の形態による研磨体及び第16の実施の形態による研磨装置について説明する。第15の実施の形態による研磨体及び第16の実施の形態による研磨装置は、それぞれ、第1、第3、第5、第7、第9、第11、もしくは第13の実施の形態による研磨体の変形例、及び第2、第4、第6、第8、第10、第12、もしくは第14の実施の形態による研磨装置の変形例である。

【0089】第15の実施の形態による研磨体を用いた第16の実施の形態による研磨装置では、研磨体の表面に前記研磨剤を供給及び排出する溝がさらに形成されている。これにより、研磨剤が研磨対象物の全面に均一に供給される。なお、前記研磨剤を供給及び排出する溝の断面形状は、曲率を有する形状、矩形、V字形、又は多角形であることが好ましい。また、前記研磨剤を供給及び排出する溝の研磨体の表面に対する形状は、放射状、格子状、三角格子状、編み目状、又はランダム形状であることが好ましい。

【0090】なお、前記研磨剤を供給及び排出する溝と

しては、第1、第3、第5、第7、第9、第11、第13の実施の形態による研磨体形成されている溝の一部を利用しても良いし、または第1、第3、第5、第7、第9、第11、第13の実施の形態による研磨体形成されている溝とは異なる新たな溝を形成しても良い。

【0091】第16の実施の形態による研磨装置は、研磨定盤上に第15の実施の形態による研磨体が設置されている。その他は、第2の実施の形態による研磨装置と同様であるので説明を省略する。

【0092】このように第15の実施の形態による研磨体を用いた第16の実施の形態による研磨装置では、研磨剤が研磨対象物の研磨面の全体に均一に供給されるため、均一性が悪くなったり、研磨対象物と研磨体との摩擦が大きくなることによる研磨特性の劣化が生じることがない。これにより、研磨の歩留まりが向上し、研磨に要する費用を低減させることができるという効果を有する。

【0093】次に本発明の第17の実施の形態による研磨体及び第18の実施の形態による研磨装置について説明する。第17の実施の形態による研磨体及び第18の実施の形態による研磨装置は、それぞれ、第1、第3、第5、第7、第9、第11、第13、もしくは第15の実施の形態による研磨体の変形例、及び第2、第4、第6、第8、第10、第12、第14、もしくは第16の実施の形態による研磨装置の変形例である。

【0094】第17の実施の形態による研磨体を用いた第18の実施の形態による研磨装置では、研磨体の一部に透明領域を有する。

【0095】図6は本発明の第18の実施の形態による研磨装置の概略構成図である。第18の実施の形態による研磨装置において、第2の実施の形態による研磨装置と同じ部分には同じ番号を付す。第18の実施の形態による研磨装置において、研磨定盤36には開口部38が形成されている。さらに、研磨定盤36の下には、光学的に研磨状態を観察して研磨過程を測定する装置39が設置されている。研磨定盤36の上には第17の実施の形態による研磨体11が設置されている。研磨体11の透明領域（不図示）と研磨定盤36の開口部38が重なるようになっている。その他は、第2の実施の形態による研磨装置と同様であるので説明を省略する。

【0096】光学的に研磨状態を観察して研磨過程を測定する装置39としては、反射分光特性（反射分光スペクトル）から研磨終点の検出及び膜厚測定をする装置を用いることが好ましい。研磨面の状態を観察する装置39で計測された反射分光スペクトルを、コンピューター（不図示）においてシミュレーション等で得られた参照スペクトルと比較し、膜厚の算出もしくは研磨終点の検出がされる。なお、研磨面の状態を観察する装置39としては、前述した反射分光特性（反射分光スペクトル）から研磨終点の検出及び膜厚測定をする装置の代わり

に、特定の波長での反射率の変化から研磨終点の検出もしくは膜厚測定をする装置、または研磨面をCCDカメラ等で撮影した画像を画像処理することにより研磨終点の検出もしくは膜厚測定をする装置等を用いても良い。

【0097】このように第17の実施の形態による研磨体を用いた第18の実施の形態による研磨装置では、研磨定盤に形成されている開口部、及び研磨体の透明領域を介して、研磨状態を観察する装置により、研磨工程の途中で研磨対象物の研磨面の研磨状態をその場検出(in-situ検出)することができる。これにより、研磨工程中に研磨の終点を検出できるので研磨の歩留まりが向上し、研磨に要する費用を低減させることができるという効果を有する。

【0098】以上の第1、第3、第5、第7、第9、第11、第13、第15、もしくは第17の実施の形態による研磨体を用いた第2、第4、第6、第8、第10、第12、第14、第16、もしくは第18の実施の形態による研磨装置において、研磨特性をコントロールするためには、本発明で規定した範囲内で溝構造、及び研磨体の厚さを次のようにすれば良い。均一性を向上させるためには、溝の深さを深くし、研磨体の厚さを厚くすれば良い。また、平坦性を向上させるためには、溝の深さを浅くし、研磨体の厚さを薄くすれば良い。さらに研磨体速度を上昇させるためには、研磨体の溝間の凸部分の幅を広くすれば良い。

【0099】また、第1、第3、第5、第7、第9、第11、第13、第15、もしくは第17の実施の形態による研磨体において表面に溝を形成する方法は、周知の方法、例えば、溝加工用バイトを用いて研磨体の表面を旋盤加工する方法等を用いることができる。

【0100】図7は半導体デバイス製造プロセスを示すフローチャートである。半導体デバイス製造プロセスをスタートして、まずステップS200で、次に挙げるステップS201～S204の中から適切な処理工程を選択する。選択に従って、ステップS201～S204のいずれかに進む。

【0101】ステップS201はシリコンウエハの表面を酸化させる酸化工程である。ステップS202はCVD等によりシリコンウエハ表面に絶縁膜を形成するCVD工程である。ステップS203はシリコンウエハ上に電極を蒸着等の工程で形成する電極形成工程である。ステップS204はシリコンウエハにイオンを打ち込むイオン打ち込み工程である。

【0102】CVD工程もしくは電極形成工程の後で、ステップS205に進む。ステップS205はCMP工程である。CMP工程では本発明に係る研磨装置により、層間絶縁膜の平坦化や、半導体デバイスの表面の金属膜の研磨によるダマシン(damascene)の形成等が行われる。

【0103】CMP工程もしくは酸化工程の後でステップS206に進む。ステップS206はフォトリソ工程である。フォトリソ工程では、シリコンウエハへのレジストの塗

布、露光装置を用いた露光によるシリコンウエハへの回路パターン焼き付け、露光したシリコンウエハの現象が行われる。さらに次のステップS207は現像したレジスト像以外の部分をエッチングにより削り、その後レジスト剥離が行われ、エッチングが済んで不要となったレジストを取り除くエッチング工程である。

【0104】次にステップS208で必要な全工程が完了したかを判断し、完了していなければステップS200に戻り、先のステップを繰り返して、シリコンウエハ上に回路パターンが形成される。ステップS208で全工程が完了したと判断されればエンドとなる。

【0105】本発明に係る半導体デバイス製造方法では、CMP工程において本発明に係る研磨装置を用いているため、CMP工程での研磨終点の検出精度または膜厚の測定精度が向上することにより、CMP工程での歩留まりが向上する。これにより、従来の半導体デバイス製造方法に比べて低コストで半導体デバイスを製造することができるという効果がある。

【0106】なお、上記の半導体デバイス製造プロセス以外の半導体デバイス製造プロセスのCMP工程に本発明に係る研磨装置を用いても良い。

【0107】本発明に係る半導体デバイスは、本発明に係る半導体デバイス製造方法により製造される。これにより、従来の半導体デバイス製造方法に比べて低コストで半導体デバイスを製造することができ、半導体デバイスの製造原価を低下させることができるという効果がある。

【0108】

【実施例】以下、本発明の実施例を説明する。

【0109】【実施例1】研磨装置の研磨定盤の表面に溝構造を有するエポキシ樹脂からなる無発泡性の研磨体を両面テープにより貼り付けた。エポキシ樹脂の圧縮弾性率は、0.98GPaである。実施例1の研磨体の表面には、溝幅W0.35mm、溝間の凸部分の幅0.15mm、深さ0.30mmのV字形の溝が螺旋状に形成されている。研磨体の厚さは4.0mmであり、溝が形成されている領域を含む研磨体の体積に対する、前記溝が形成されている領域の体積の割合VLは、2.6%である。

【0110】研磨ヘッドにバックング材を介し、熱酸化膜が1μm形成された6インチシリコンウエハを取り付け、以下の条件で150秒間研磨を行った。

【0111】研磨ヘッド回転数：50rpm、研磨定盤回転数：50rpm、研磨ヘッドへの荷重：3.92×10<sup>4</sup>Pa、研磨ヘッドの揺動幅：30mm、研磨ヘッドの揺動速度：15ストローク/分、使用研磨剤：Cabot社製SS25をイオン交換水で2倍希釈、研磨剤流量：200ml/分また、上記条件でプラズマTEOS(テトラエチルオルソシリケート)膜パターン付きシリコンウエハを研磨した。このパターン付きシリコンウエハはパターン部分が、1.5μmのプラズマTEOS膜、パターンなし部分が1.0μmのプラズマTEOS膜で、



初期の段差として0.5μmの段差がある。シリコンウエハ内には4.0mm角のパターンが2次元に配列している。この膜をパターンなし部分が0.8μmになるまで研磨した。

【0112】【実施例2】表面に溝構造を有するエポキシ樹脂からなる無発泡性の研磨体にて、実施例1と同様の研磨対象物（熱酸化膜が1μm形成された6インチシリコンウエハ、及びプラズマTEOS膜パターン付きシリコンウエハ）の研磨を行った。実施例2の研磨体の表面には、溝幅W0.25mm、溝間の凸部分の幅0.25mm、深さ0.25mmのV字形の溝が螺旋状に形成されている。研磨体の厚さは4.0mmであり、溝が形成されている領域を含む研磨体の体積に対する、前記溝が形成されている領域の体積の割合VLは、1.6%である。研磨条件は実施例1と全く同一条件である。

【0113】【実施例3】表面に溝構造を有するエポキシ樹脂からなる無発泡性の研磨体にて、実施例1と同様の研磨対象物（熱酸化膜が1μm形成された6インチシリコンウエハ、及びプラズマTEOS膜パターン付きシリコンウエハ）の研磨を行った。実施例3の研磨体の表面には、溝幅W0.25mm、溝間の凸部分の幅0.25mm、深さ0.25mmのV字形の溝が螺旋状に形成されている。研磨体の厚さは2.0mmであり、溝が形成されている領域を含む研磨体の体積に対する、前記溝が形成されている領域の体積の割合VLは、3.1%である。研磨条件は実施例1と全く同一条件である。

【0114】【実施例4】実施例3の研磨体にて、熱酸化膜が1μm形成された6インチシリコンウエハを1000枚研磨した後に、実施例1と同様の研磨対象物（熱酸化膜が1μm形成された6インチシリコンウエハ、及びプラズマTEOS膜パターン付きシリコンウエハ）の研磨を行った。この研磨については、研磨前、研磨中にドレッシングを行っていない。研磨条件は実施例1と全く同一条件である。

【0115】【実施例5】表面に溝構造を有するエポキシ樹脂からなる無発泡性の研磨体にて、実施例1と同様の研磨対象物（熱酸化膜が1μm形成された6インチシリコンウエハ、及びプラズマTEOS膜パターン付きシリコンウエハ）の研磨を行った。実施例5の研磨体の表面には、溝幅W0.25mm、溝間の凸部分の幅0.25mm、深さ0.25mmのU字形の溝が縞目状に形成されている。研磨体の厚さは4.0mmであり、溝が形成されている領域を含む研磨体の体積に対する、前記溝が形成されている領域の体積の割合VLは、5.2%である。研磨条件は実施例1と全く同一条件である。

【0116】【比較例1】表面に溝構造を有するエポキシ樹脂からなる無発泡性の研磨体にて、実施例1と同様の研磨対象物（熱酸化膜が1μm形成された6インチシリコンウエハ、及びプラズマTEOS膜パターン付きシリコンウエハ）の研磨を行った。比較例1の研磨体の表面には、溝幅W0.05mm、溝間の凸部分の幅0.45mm、深さ2.0mmの矩形の溝が螺旋状に形成されている。研磨体の厚さは4.0mmであり、溝が形成されている領域を含む研磨体の体積に対する、前記溝が形成されている領域の体積の割合VLは、5.0%である。研磨条件は実施例1と全く同一条件である。

【0117】【比較例2】表面に溝構造を有するエポキシ樹脂からなる無発泡性の研磨体にて、実施例1と同様の研磨対象物（熱酸化膜が1μm形成された6インチシリコンウエハ、及びプラズマTEOS膜パターン付きシリコンウエハ）の研磨を行った。比較例2の研磨体の表面には、溝幅W0.45mm、溝間の凸部分の幅0.05mm、深さ2.0mmの矩形の溝が螺旋状に形成されている。研磨体の厚さは4.0mmであり、溝が形成されている領域を含む研磨体の体積に対する、前記溝が形成されている領域の体積の割合VLは、45.0%である。研磨条件は実施例1と全く同一条件である。

【0118】【評価】実施例1、2、3、4、5、比較例1、2について、各々の研磨後の研磨対象物を用いて、研磨速度、均一性、平坦性を測定した。研磨速度については、熱酸化膜が1μm形成された6インチシリコンウエハのエッジから内側5mmの部分を除いた部分の平均研磨量と研磨時間から換算して算出した。均一性については、熱酸化膜が1μm形成された6インチシリコンウエハのエッジから内側5mmの部分を除いた研磨量プロファイルから、以下の式によって均一性を算出した。

$$\text{【0119】均一性 (\%) = (RA - RI) / (RA + RI) \times 100}$$

ここで、RAは測定した研磨量プロファイルでの最大研磨量、RIは測定した研磨量プロファイルでの最小研磨量である。また、平坦性については、6インチのプラズマTEOS膜パターン付きシリコンウエハを用いて、パターンなし部分が0.8μmになるまで研磨し、その時のシリコンウエハ内の複数の個所で残留段差を測定し、それらの残留段差の測定値の中の最大値を平坦性とした。

【0120】【結果】上記各実施例、比較例の研磨体の溝構造、厚さ、及び上記測定による結果を表1に示す。

【0121】

【表1】



|              | 実施例1 | 実施例2 | 実施例3 | 実施例4 | 実施例5 | 比較例1 | 比較例2 |
|--------------|------|------|------|------|------|------|------|
| 溝幅W (mm)     | 0.35 | 0.25 | 0.25 | 0.25 | 0.25 | 0.05 | 0.45 |
| 溝間の凸部分幅(mm)  | 0.15 | 0.25 | 0.25 | 0.25 | 0.25 | 0.45 | 0.05 |
| 溝深さ(mm)      | 0.30 | 0.25 | 0.25 | 0.25 | 0.25 | 2.0  | 2.0  |
| 溝の断面形状       | V字形  | V字形  | V字形  | V字形  | U字形  | 矩形   | 矩形   |
| 研磨体表面の溝形状    | 螺旋状  | 螺旋状  | 螺旋状  | 螺旋状  | 編み目状 | 螺旋状  | 螺旋状  |
| 厚さD (mm)     | 4.0  | 4.0  | 2.0  | 2.0  | 4.0  | 4.0  | 4.0  |
| 体積の割合V L (%) | 2.5  | 1.6  | 3.1  | 3.1  | 5.2  | 5.0  | 45.0 |
| 研磨速度(mm/min) | 212  | 256  | 252  | 255  | 254  | 160  | 150  |
| 均一性(%)       | 8.8  | 10.5 | 11.9 | 12.0 | 8.0  | 25.0 | 20.0 |
| 平坦性(%)       | 80   | 35   | 20   | 20   | 35   | 50   | 100  |

【0122】本発明に係る溝構造と研磨体の厚さの規定により、研磨体の材料は全く同じながら、上記に示したように研磨特性に大きな違いが見られた。

【0123】実施例1と実施例2では、溝構造が異なるのみであるが、溝の幅が広く、深さが深い実施例1で均一性が優れていて、その逆の実施例2で平坦性が優れている。これは既に述べているように、溝が形成されている領域の見かけ上の弾性率の違いが原因である。研磨速度についても、溝間の凸部分の幅の広い実施例2で大きな上昇が見られている。

【0124】実施例2と実施例3については、溝構造が同じで研磨体の厚さが異なるものである。実施例2では均一性が優れていて、実施例3では平坦性が優れている。この例についても、研磨体の厚さの違いによる研磨時の絶対変形量の違いが原因である。

【0125】実施例3と実施例4については、連続研磨前と連続研磨後の評価である。本発明による研磨体では、研磨毎のドレッシング工程を行っていない。にもかかわらず、連続研磨により研磨特性が変化しないことを示している。

【0126】実施例5と実施例2では、研磨体の表面における溝の形状が編み目状のものと螺旋状のものの比較である。この例では研磨剤の供給排出能力の優れている実施例5の編み目状の構造が優れていることを示している。

【0127】比較例1及び比較例2は、本発明の請求項の範囲から外れた溝構造を持っているものである。比較例1では溝間の幅が広く研磨剤が十分に供給できておらず、研磨効率が悪い。また、比較例2では溝間の幅が極端に小さいため、研磨時の接触面積が小さいことにより研磨効率が劣っている。さらに、この両者については研磨時に発生するシリコンウエハの研磨面の傷が極端に大きい傾向があった。

【0128】

【発明の効果】以上説明したとおり、本発明によれば、研磨体の使用による磨耗が非常に少なく、さらに、ドレッシングが不要もしくはドレッシングに要する時間が短くて済むので、磨耗による溝構造の変化がないため、常に安定な研磨特性を得ることができる研磨体及び研磨装置を提供できる。これに伴い、研磨体の交換頻度が低下するため、研磨に要する費用を低減させることができるという効果を有する。

【0129】さらに、本発明によれば、表面に形成され

ている溝構造により研磨特性の中の均一性、平坦性、及び研磨速度をコントロールすることができ、好適な研磨特性が得られるように溝構造を選択する研磨体及び研磨装置を提供できる。これに伴い、研磨の歩留まりが向上したり、研磨に要する時間が短縮するので、研磨に要する費用を低減させることができるという効果を有する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態による研磨体の一部分の断面図である。

【図2】本発明の第2の実施の形態による研磨装置の概略構成図である。

【図3】荷重が加えられた状態の研磨体の状態を示す断面図である。図3(a)は荷重が加えられていない状態であり、図3(b)は荷重が加えられている状態である。

【図4】第7の実施の形態による研磨体の概略構成図である。

【図5】第9の実施の形態による研磨体の断面図である。図5(a)は、溝の断面形状がV字形である研磨体であり、図5(b)は、溝の断面形状がU字形である研磨体である。

【図6】本発明の第18の実施の形態による研磨装置の概略構成図である。

【図7】半導体デバイス製造プロセスを示すフローチャートである。

【図8】半導体製造プロセスにおける平坦化技術の概念図であり、半導体デバイスの断面図である。図8(a)は半導体デバイスの表面の層間絶縁膜を平坦化する例であり、図8(b)は半導体デバイスの表面の金属膜を研磨し、いわゆるダマシン(damascene)を形成する例である。

【図9】従来のCMP装置の概略構成図である。

【符号の説明】

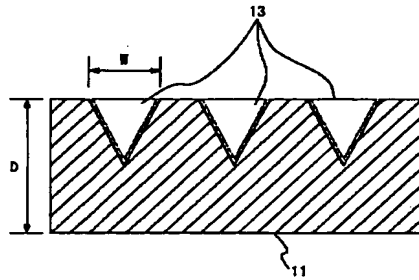
- 11、41、51、137 研磨体
- 13、52 断面形状がV字形である溝
- 21 シリコンウエハ
- 22 層間絶縁膜(SiO<sub>2</sub>)
- 23 金属膜(Al)
- 24 半導体デバイス
- 31、131 研磨部材
- 32、132 研磨ヘッド
- 33、42、133 研磨対象物(シリコンウエハ)
- 34、134 研磨剤供給部

35、135 研磨剤（スラリー）  
 36、136 研磨定盤  
 38 開口部  
 39 研磨状態を観察する装置

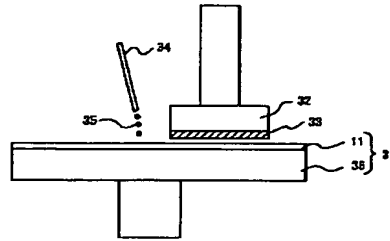
\* 43 表面から溝の底までの領域  
 44 溝の入っていない研磨体のバルク領域  
 53 断面形状がU字形である溝

\*

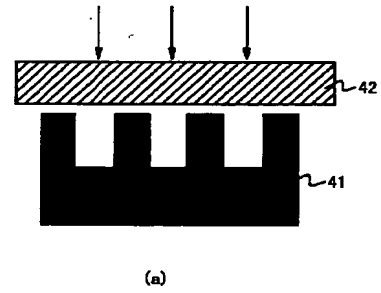
【図1】



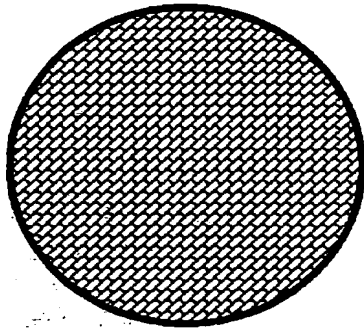
【図2】



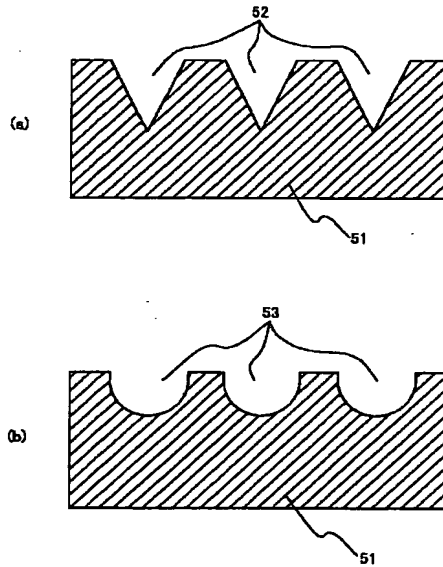
【図3】



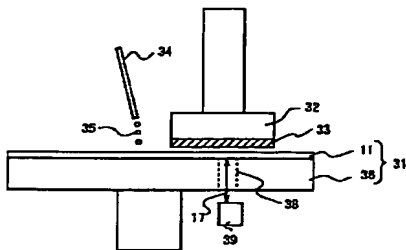
【図4】



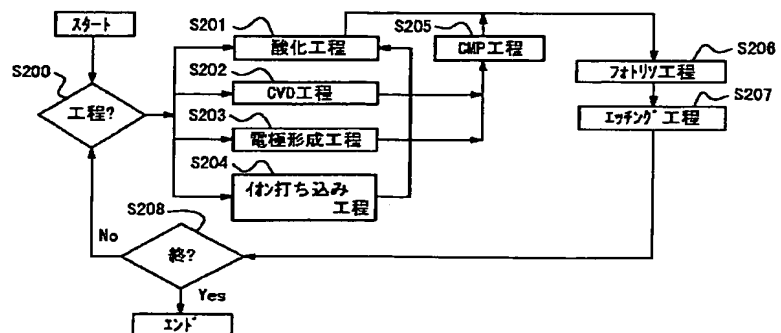
【図5】



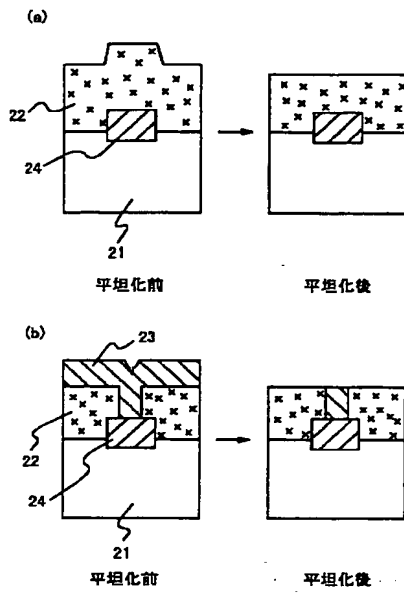
【図6】



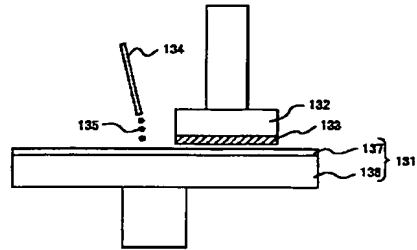
【図7】



【図8】



【図9】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**